

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Optimalizace datových systémů
ve strojírenské firmě**

**Data Systems Optimization in the
Engineering Company**

Student:

Radim Kramoliš

Osobní číslo:

KRA0521

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Bučko

OSTRAVA 2020

Zadání bakalářské práce

Student: **Radim Kramoliš**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Optimalizace datových systémů ve strojírenské firmě**
Data Systems Optimization in the Engineering Company
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika vybrané problematiky.
2. Analýza současného stavu datových systémů v podniku.
3. Vyhodnocení analýzy a specifikace požadavků.
4. Návrhy řešení a jejich komplexní zhodnocení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:


TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing, 2014. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.
MOLNÁR, Zdeněk. *Podnikové informační systémy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03079-2.
SODOMKA, Petr a Hana KLČOVÁ. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2878-7.
HINDLS, Richard, Stanislava HRONOVÁ a Ilja NOVÁK. *Analýza dat v manažerském rozhodování*. Praha: Grada, 1999. Manažer. ISBN 80-7169-255-7.
ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011, 40 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Bučko**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem uvedl interní informace o pracovních podmínkách, zařízeních, systémech a výrobním procesu, které mi byly poskytnuty firmou Tatra Trucks a.s. a s jejichž zveřejněním v této práci firma Tatra Trucks a.s. souhlasí.

V Ostravě dne 18. května 2020.



.....
Podpis studenta

Prohlášení spolupracující osoby

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 6, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských studijních programech VŠB-TU Ostrava.

Spolupracující firma:

Tatra Trucks a.s.

Areál Tatry 1450/1

Kopřivnice, 742 21 Kopřivnice

IČO: 014 82 840

Jméno a příjmení oprávněné osoby:

IT analytik Ing. Erich Beier

V Ostravě dne 18. května 2020



.....
Podpis oprávněné osoby

(případně razítko)

TATRA TRUCKS a.s.
Areál Tatry 1450/1
742 21 Kopřivnice

-27-

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická Univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020.



Podpis studenta

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KRAMOLIŠ, R. *Optimalizace datových systémů ve strojírenské firmě: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2020, 66 s. Vedoucí práce: Bučko, M.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací datových systémů ve spolupráci se společností Tatra Trucks, a.s. Cílem bakalářské práce je zanalyzovat současný stav datových systémů, zjistit jejich nedostatky a následně navrhnout ideální možnosti optimalizace. Teoretická část v úvodu práce pojednává o obecné charakteristice vybrané problematiky. Praktická část začíná představením společnosti a dále následuje analýza současného stavu datových systémů v technickém úseku společnosti. Dle provedených analýz je navrženo komplexní řešení k zefektivnění práce v technickém úseku – náhrada zastaralého systému.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KRAMOLIŠ, R. *Data Systems Optimization in the Engineering Company: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2020, 66 p. Thesis head: Bučko, M.

The bachelor thesis focuses on data system optimization in cooperation with Tatra Trucks, a.s. The main goal of this thesis is an analysis of current data systems, the location of deficiencies and consequently the proposal of an ideal optimization. The theoretical framework of the work summarises general characteristics of the selected topic. The practical section starts with the company introduction, which is followed by the analysis of current state of the data systems in the technology division of the company. According to the performed analyses, a complex solution for increased work efficiency in the technology division is designed – a replacement of outdated system.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	9
Úvod.....	11
1 Obecná charakteristika vybrané problematiky	12
1.1 Optimalizace	12
1.2 Data a informace	13
1.3 Výrobní proces.....	14
1.4 Podnikové informační systémy.....	15
1.5 Vícekriteriální rozhodování	17
1.5.1 Metoda známkování.....	17
1.5.2 Metoda bazická	19
1.5.3 Metoda vážených dílčích pořadí	20
2 Charakteristika společnosti TATRA TRUCKS, a.s.....	22
2.1 Základní informace o společnosti	22
2.2 Historie společnosti.....	23
2.3 Výroba	27
2.4 Datové systémy.....	29
3 Analýza současného stavu datových systémů v podniku	30
3.1 Zmapování toku informací ve společnosti.....	30
3.2 Tok informací v technickém úseku.....	34
3.2.1 Projekce	34
3.2.2 Konstrukce	36
3.3 I-DEAS	37
3.3.1 Ztrátové časy.....	39
4 Vyhodnocení analýzy a specifikace problémů	41
4.1 Identifikace problémů	41
4.2 Stanovení cílů	42
5 Návrhy řešení a jejich komplexní zhodnocení.....	43
5.1 Výběr nového datového systému	43
5.1.1 Vícekriteriální rozhodování	44
5.1.2 Stanovení koeficientu významnosti	45

5.1.3	Metoda bazická	47
5.1.4	Metoda vážených dílčích pořadí	50
5.1.5	Vyhodnocení vícekriteriálního rozhodování	52
5.2	Charakteristika vybraných systémů	53
5.2.1	NX.....	53
5.2.2	Teamcenter.....	54
5.3	Návrh nového informačního toku v technickém úseku	56
5.3.1	Projekce	56
5.3.2	Konstrukce	57
5.4	Návrh nového průchodu zakázky technickým úsekem.....	59
6	Celkové zhodnocení přínosu práce pro podnik.....	60
7	Závěr	62
	Seznam použité literatury	63
	Seznam obrázků	64
	Seznam tabulek a grafů	65

Seznam použitých symbolů a zkratek

2D	Dvojdimenzionální
3D	Trojdimenzionální
a.s.	Akciová společnost
APS	Pokročilé plánování (Advance Planning and Scheduling)
ASME	Americká společnost strojních inženýrů (American Society of Mechanical Engineers)
AQAP	Spojenecká publikace pro ověřování kvality (Allied Quality Assurance Publications)
BPM	Procesní řízení (Business Process Management)
CAD	Počítačem podporované projektování (Computer Aided Design)
CAE	Počítačem podporované inženýrství (Computer Aided Engineering)
CAM	Počítačem podporované obrábění (Computer Aided Machining)
CMM	Správce migrace obsahu (Content Migration Manager)
CSCW	Počítačem podporovaná kooperativní práce (Computer Supported Cooperative Work)
ERP	Plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning)
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
MKP	Metoda konečných prvků
ND	Náhradní díly
NW	Nesselsdorfer-Wagenbau

SA	Speciál kategorie A – úpravy, který nelze řešit volbou „option“ ve standardní konstrukčně-výrobní dokumentaci	
SD	Speciál kategorie D – vytvoření zcela nové varianty vozidla dle požadavku zákazníka	
SKP	Skladovaná položka	
TDP	Balíček technických údajů (Technical Data Package)	
PDM	Řízení výrobních dat (Product Data Management)	
PLM	Řízení životního cyklu výrobku (Product Lifecycle Management)	
.xlsx	Výstupní dokumenty novějších verzí aplikace Microsoft Excel	
~	Přibližně	
m	počet kritérií	[-]
p	počet expertů	[-]
β_{kj}	známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu	[-]
β_j	součet známek k-tého experta	[-]
p_{kj}	dílčí váha j-tého kritéria u k-tého experta	[-]
B_j	koefficient významnosti j-tého kritéria	[-]
h_{bj}	hodnota j-tého kritéria u varianty bazické	[-]
h_{ij}	hodnota j-tého kritéria u i-té varianty	[-]
p_i	počet variant	[-]
z_{ij}	výsledná hodnota ij-tého kritéria	[-]
S_j	relativní užitnost	[-]
z_{ijj}	vážené dílčí pořadí ij-tého kritéria	[-]
S_{jj}	součet vážených dílčích pořadí	[-]
Σ	suma	[-]

Úvod

V současné době jsou podniky vystavovány nátlaku, který je nutí k neustálým optimalizacím výroby a výrobních procesů. Na trhu existuje mnoho konkurentů a zákazníci tak mají možnost širšího výběru než kdy jindy. Zákazník očekává od podniků vysokou kvalitu výrobků za nízkou cenu, možnosti individuálních úprav jednotlivých zakázek a rychlé dodání požadovaného zboží. Vedení je následně nuceno hledat možnosti větších úspor, zavádění nových systémů a technologií, které firmě zajistí své místo na trhu a získají nové zakázky.

Důležitým předpokladem pro úspěšné řízení firmy a kvalitního výrobního procesu jsou datové systémy. Tyto systémy také napomáhají při dlouhodobém strategickém plánování. Kvalitní a dobře zoptimalizované datové systémy napomáhají ke zvýšení efektivity spolupráce v rámci podniku a úsporám času, čímž se firma stává konkurenceschopnější a ziskovější.

Firmy v dnešní době často a úzce sledují a řeší problematiku těchto systémů. Ať už z hlediska nahrazení zastaralých datových systémů nebo pouze údržby stávajících. Optimalizace těchto systémů se dotknou celé firmy, neboť data a informace jsou nezbytné k jejímu fungování. V této bakalářské práci je řešena problematika datových systémů společnosti TATRA TRUCKS, a.s.

Práce se zabývá analýzou současného stavu datových systémů v technickém úseku společnosti. Na základě analýzy současného stavu se následně zabývá identifikování nedostatků, nevýhod a problémových míst. Cílem bakalářské práce bude určit ideální postup pro optimalizaci těchto nedostatků, navrhnout komplexní řešení a zhodnotit jeho celkový přínos pro společnost.

1 Obecná charakteristika vybrané problematiky

Tato teoretická část pojednává o základních pojmech a tématech, které souvisejí s řešenou problematikou bakalářské práce.

1.1 Optimalizace

Optimalizace se zabývá přizpůsobováním procesu takovým způsobem, aby se optimalizovala určitá specifikovaná sada kritérií, aniž by došlo k narušení jiných parametrů. Nejběžnějším cílem optimalizace je minimalizování nákladů a maximalizování výkonu a účinnosti. Je to jeden z hlavních kvantitativních nástrojů v průmyslovém rozhodování. Optimalizace podnikových procesů je postup zvyšující efektivitu organizace zlepšováním procesů. Je součástí disciplíny řízení podnikových procesů (BPM). Optimalizované procesy vedou k optimalizovaným obchodním cílům. [1]

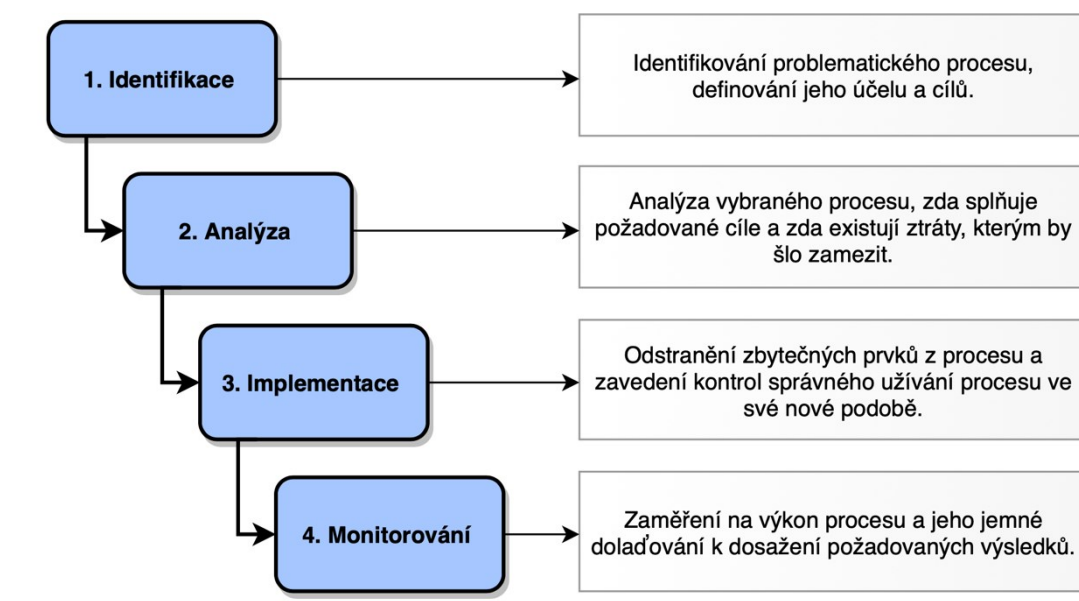
Mezi příklady optimalizace patří: [1]

- eliminování přebytku,
- zjednodušování pracovních postupů,
- zlepšování komunikace,
- předpovídání změn.

Optimalizace nabízí mnoho výhod, které mohou podnikům pomoci zůstat nad vodou v přílivových vlnách změn. Mezi tyto výhody patří: [1]

- soulad s trhem,
- zjednodušení operací,
- snížení rizik,
- dobré využití zdrojů,
- konzistenci,
- zajištění kvality.

Plánování je nezbytným krokem k efektivnějšímu využití úsilí při optimalizaci. Lze rozdělit do čtyř kroků (Obr. 1).



Obr. 1 – Plánování optimalizace [1]

1.2 Data a informace

Obecně nazýváme různá sdělení, zprávy a údaje všeho druhu, které se podařilo zachytit a vhodně zaznamenat (zakódovat) do paměti počítačů dle jistých pravidel (syntaxe) jako **data**. Jak na každý produkt lidské činnosti, tak i na data je potřeba vynaložit určité práce, aby mohla být zpracována. Tato práce má však smysl jen tehdy, když budou tato data následně někým využita, aby z nich vznikl nějaký **užitek**.

V okamžiku, kdy se data účelově využijí vzniká informace. **Informací** rozumíme „*data, kterým jejich uživatel přisuzuje určitý význam, které uspokojují konkrétní objektivní informační potřebu svého příjemce.*“ [2]

Jelikož nositelem informace mohou být číselná data, text, obraz, zvuk a další smyslové vjemy, tak data můžeme nazvat jako „surovinu“ pro produkci informací. Z toho vyplývá, že nepravdivá data nám poskytují špatné informace. [2]

Kvalita informace

Kvalitu informace zpravidla posuzuje uživatel (příjemce) dle jejího obsahu a formy jakou je prezentována.

Obsah informace se posuzuje podle: [2]

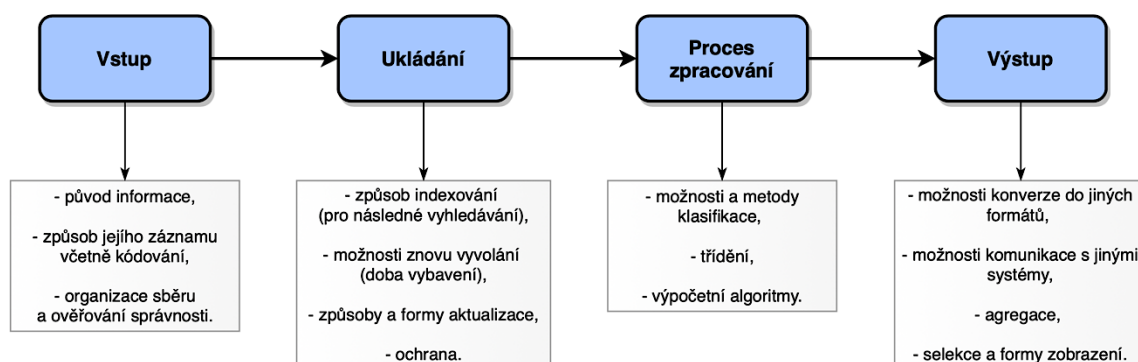
1. relevantnosti,
2. aktuálnosti,
3. úplnosti,

4. podrobnosti,
5. správnosti (pravdivosti).

Forma prezentace se posuzuje podle: [2]

1. kompetentnosti,
2. včasnosti,
3. srozumitelnosti,
4. efektivnosti.

Z hlediska kvality informací je potřeba se v praxi zaměřit na čtyři okruhy problémů, které jsou znázorněny na obrázku (Obr. 2).

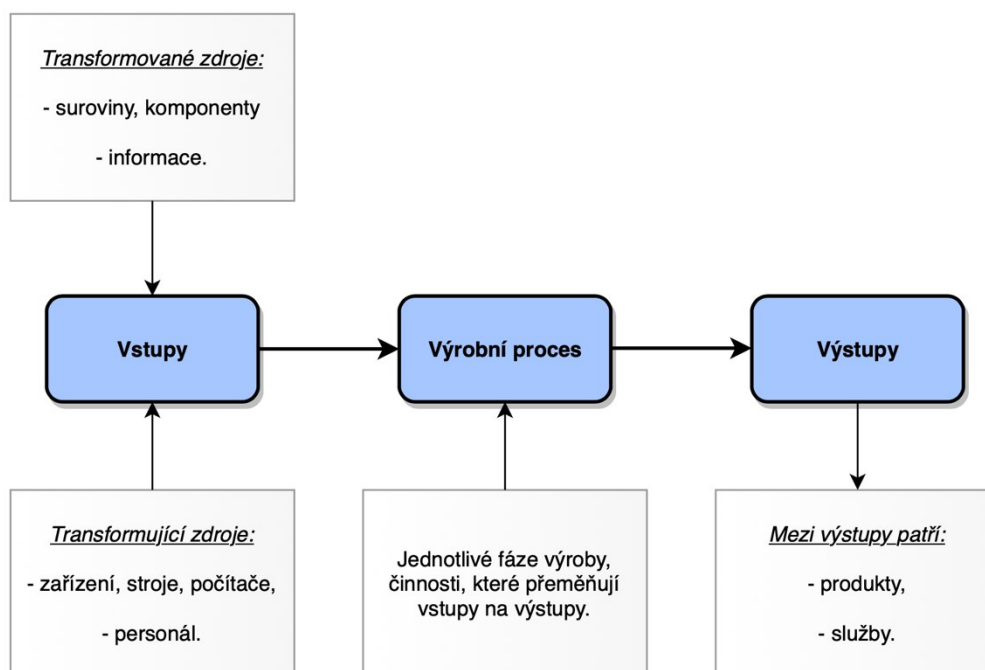


Obr. 2 – Okruhy problémů [2]

Informace musí snížit neurčitost (entropii) okolního světa příjemce, je taky možno informaci pochopit jako **odpověď na otázku**, kterou si příjemce pokládá. [2]

1.3 Výrobní proces

Obecně se výrobní proces týká přeměny řady vstupů na výstupy, které vyžaduje trh, pomocí určitých činností. To zahrnuje dvě hlavní sady zdrojů – transformující zdroje a transformované zdroje (Obr. 3).



Obr. 3 – Výrobní proces [3]

Mezi transformační zdroje patří budovy, stroje, počítače a personál, který vykonává výrobní proces. Mezi transformované zdroje se řadí suroviny, materiál a komponenty, které se transformují do konečných produktů. Každý výrobní proces má několik fází v celkovém výrobním řetězci. V každé fázi je produktu přidána nějaká hodnota. Výsledný produkt s přidanou hodnotou je pro zákazníka žádoucí, díky čemuž si za takový produkt připlatí. Přidaná hodnota nemusí být jen od výroby, ale patří do ní také marketing včetně reklamy, propagace a distribuce. [3]

Při analýze výrobního procesu, který má široký počet vlastností, je důležité se zaměřit zejména na výrobní typy. Tyto typy jsou čtyři a jsou rozděleny dle množství vyprodukovaných výrobků najednou. Mezi výrobní typy patří: [4]

1. Zakázková výroba – specifické požadavky zákazníků, každý výrobek je unikátní.
2. Pevná hromadná výroba – standardizace materiálu, nástrojů, součástí i výrobku.
3. Pružná hromadná výroba – kombinace zakázkové a pevné hromadné výroby.
4. Proudová výroba – vysoká automatizace, produkce identického výrobku.

1.4 Podnikové informační systémy

Využívají se na všech úrovních podniku ke zlepšování jednotlivých podnikových procesů. Umožňují efektivní a kvalitní práci s velkým objemem dat, díky čemuž podniky dosahují vyšších kvalit služeb. [2]

Jednou z možných definic těchto systémů je: „*Podnikový informační systém vytvářejí lidé, kteří prostřednictvím dostupných technologických prostředků a stanovené metodiky zpracovávají podniková data a vytvářejí z nich informační a znalostní bázi organizace sloužící k řízení podnikových procesů, manažerskému rozhodování a správné podnikové agendy.*“ [5]

Podnikových informačních systémů je celá řada, ale protože v praktické části bakalářské práce je předmětem řešení systém na technickou přípravu výroby, je následující část věnována tomuto systému (PLM). [2]

Systém pro řízení životního cyklu výrobku (PLM)

Systém PLM (neboli Product Lifecycle Management) se zabývá jednotlivými fázemi životního cyklu produktu. To zahrnuje jak výrobní, tak i marketingovou stránku produktu. PLM slouží k lepšímu rozhodování – od nacenění, propagace, rozšíření výroby a snižování produkčních nákladů. [6]

Typická funkcionalita PLM systémů: [2]

- správa, plánování a řízení projektů včetně zdrojů,
- správa dokumentace (CAD, MS Office, modely, sestavy, výkresy a jejich vazby na další objekty),
- správa součástí, kusovníků,
- správa technologických postupů, operací, úkonů a nástrojů,
- správa vnitropodnikových procesů,
- změnové řízení,
- integrace prohlížečů,
- spolupráce na všech úrovních propojení (CSCW),
- správa požadavků, údržby a služeb produktu,
- aktuální způsoby zajištění bezpečnosti dat.

PLM systém má mnoho výhod, mezi tyto výhody nepochybně patří zavedení produktu na trh rychleji, ve větší kvalitě, s menší chybovostí a s redukováným množstvím odpadů. [6]

V rámci podnikových informačních systémů PLM systém má přímé vazby na ostatní systémy, mezi které můžeme zařadit systémy jako je PDM, CAD, ERP, CAM a další. Do PLM je obvykle zařazen také systém PDM (Product Data management), který je zodpovědný za sledování a řízení dat týkajícího se konkrétního produktu. Sledovaná data obvykle zahrnují technické specifikace produktu pro vývoj, výrobu a typy materiálů, které budou vyžadovány pro výrobu. [2,6,7]

1.5 Vícekriteriální rozhodování

Rozhodování se dá pochopit jako výběr jedné nebo více variant ze skupiny všech uskutečnitelných variant. Rozhodování se využívá ve všech stupních hierarchie podniku, ale lze také využít i v jiných oblastech života. Při rozhodování může rozhodovat skupina lidí nebo také jednotlivec. [8]

O vícekriteriální rozhodování se jedná v případě, že se rozhoduje na základě více aspektů (kritérií). Aby se vybrala správná varianta je nezbytné stanovit kritéria. Kritéria mohou být typu výnos či náklad. Následně je potřeba stanovit váhu jednotlivých kritérií za pomoci koeficientů významnosti. Pro určení koeficientů významnosti existuje několik metod: [8]

- Metoda pořadí,
- Metoda známkování,
- Metoda porovnávání v trojúhelníku párů.

U vícekriteriálního rozhodování platí, že čím je vyšší koeficient významnosti daného kritéria, tím má kritérium vyšší váhu při rozhodování. U tohoto způsobu rozhodování je několik metod: [8]

- Metoda vážených dílčích pořadí,
- Metoda bazická,
- Metoda PATTERN,
- Vážená bodovací metoda.

V praktické části bakalářské práce je pro řešení využita metoda známkování, metoda bazická a metoda vážených dílčích pořadí. Obecný postup těchto metod je vysvětlen v následujících podkapitolách.

1.5.1 Metoda známkování

Nejprve každý expert ocení (oznámkuje) důležitost každého kritéria v určitém rozsahu (například 0–10). Čím vyšší známku udělí, tím je kritérium pro něj významnější. Nemusí známkovat pouze celými čísly a stejnou známku může udělit více kritériím. Hodnocení expertů se shrne do tabulky (Tab. 1) a sečtou se známky každého experta (β_j). [8]

$$\beta_j = \sum_{k=1}^m \beta_{kj} \quad (1)$$

Kde: m – počet kritérií

β_{kj} – známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu

Tab. 1 – Příklad oznámkování kritérií experty [8]

Expert (p)	Kritéria (m)					
	1.	2.	3.	4.	5.	β_j
1.	8	2	4	2	5	21
2.	5	3	3	3	4	18
3.	4	3	3	10	3	23
4.	9	4	9	7	6	35
5.	3	7	8	4	9	31

Dalším krokem v postupu je určení dílčích vah (p_{kj}) každého kritéria (Tab. 2). [8]

$$p_{kj} = \frac{\beta_{kj}}{\beta_j} \quad (2)$$

Kde: β_j – součet známek k-tého experta

β_{kj} – známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu

p_{kj} – dílčí váha j-tého kritéria u k-tého experta

Tab. 2 – Dílčí váhy [8]

Expert (p)	Kritéria (m)				
	1.	2.	3.	4.	5.
1.	p11	p12	p13	p14	p15
2.	p21	p22	p23	p24	p25
3.	p31	p32	p33	p34	p35
4.	p41	p42	p43	p44	p45
5.	p51	p52	p53	p54	p55

Koeficient významnosti (B_j) se následně určí jako součet dílčích vah jednotlivých kritérií (Tab. 3). [8]

$$B_j = \sum_{k=1}^m p_{kj} \quad (3)$$

Kde: p_{kj} – dílčí váha j-tého kritéria u k-tého experta

B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria

Tab. 3 – Vyhodnocení koeficientu významnosti metodou známkování [8]

Expert (p)	Kritéria (m)				
	1.	2.	3.	4.	5.
1.	8/21 = 0,380	2/21 = 0,095	4/21 = 0,190	2/21 = 0,095	5/21 = 0,238
2.	5/18 = 0,278	0,167	0,167	0,167	0,222
3.	4/23 = 0,174	0,130	0,130	0,435	0,130
4.	9/35 = 0,257	0,114	0,257	0,200	0,171
5.	3/31 = 0,097	0,226	0,258	0,129	0,290
B_j	1,186	0,732	1,002	1,026	1,051

1.5.2 Metoda bazická

Před samotným hodnocením je nutné zjistit informace k jednotlivým kritériím a poté se vytvoří bazická (fiktivní) varianta (h_{bj}). Většinou je určena jako průměrná hodnota z údajů všech kritérií. [8]

$$h_{bj} = \frac{\sum_1^i h_{ij}}{p_i} \quad (4)$$

Kde: h_{bj} – hodnota j-tého kritéria u varianty bazické

h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

p_i – počet variant

Jakmile se určí tato bazická hodnota, je potřeba kritéria rozdělit dle typu výnos či náklad a porovnat jednotlivé hodnoty s hodnotou bazickou. Výsledná hodnota (z_{ij}) je ovlivněna koeficientem významnosti, který byl určen metodou známkování. [8]

Pro typ výnos: [8]

$$z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \times B_j \quad (4)$$

Pro typ náklad: [8]

$$z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \times B_j \quad (5)$$

Kde: B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria

z_{ij} – výsledná hodnota ij-tého kritéria

h_{bj} – hodnota j-tého kritéria u varianty bazické

h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

Přímá úměra platí u kritérií s typem výnos – čím vyšší hodnota kritéria, tím lépe. Nepřímá úměra naopak platí u kritérií s typem náklad – čím vyšší hodnota kritéria, tím hůře. Dále je třeba vypočíst hodnotu relativní užitnosti (S_j) pro každou variantu. [8]

$$S_j = \sum_{i=1}^{j=m} z_{ij} \quad (6)$$

Kde: z_{ij} – výsledná hodnota ij-tého kritéria

S_j – relativní užitnost

Konečné pořadí (V_j) se vyhodnotí tak, že nejvyšší hodnotě relativní užitnosti (S_j) se přiřadí první místo a nejnižší hodnotě poslední. [8]

1.5.3 Metoda vážených dílčích pořadí

Po zjištění potřebných informací k jednotlivým kritériím se následně určí jejich dílčí pořadí (musí se rozlišovat, jestli je kritérium typu náklad nebo výnos). Čím lepší je hodnota kritéria, tím vyšší pořadí dostane (nejlepší dostane hodnotu 1). Dílčí pořadí jednotlivých

kritérií (h_{ij}) se vynásobí patřičným koeficientem významnosti, který byl určen metodou známkování (B_j) a určí se tak vážené dílčí pořadí (z_{ijj}). [8]

$$z_{ijj} = h_{ij} * B_j \quad (7)$$

Kde: z_{ijj} – vážené dílčí pořadí ij-tého kritéria

h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria

Posledním krokem v této metodě je součet vážených dílčích pořadí (S_{jj}) pro každou variantu. Konečné pořadí (V_j) je určeno tak, že se na prvním místě umístí varianta s nejnižší hodnotou součtu vážených dílčích pořadí (S_{jj}) a na posledním místě varianta, která má nejvyšší hodnotu. [8]

$$S_{jj} = \sum_{j=1}^{j=m} z_{ijj} \quad (6)$$

Kde: S_{jj} – součet vážených dílčích pořadí

m – počet kritérií

z_{ijj} – vážené dílčí pořadí ij-tého kritéria

2 Charakteristika společnosti TATRA TRUCKS, a.s.

Tato kapitola pojednává o základních informacích společnosti, ve které byla bakalářská práce vypracována. Uvedené informace zahrnují historii společnosti a její celkovou vstupní analýzu.

2.1 Základní informace o společnosti

Tatra Trucks, a.s. je automobilka s dlouholetou tradicí, orientující se na výrobu těžkých nákladních vozidel do extrémních terénů i na silnice. Společnost se zabývá sériovou a zakázkovou výrobou pro zákazníky z celého světa. Aktuální logo je zobrazeno na obrázku (Obr. 4). Další obrázek níže (Obr. 5) zachycuje pohled na ředitelskou budovu společnosti. [9]



Obr. 4 – Logo společnosti Tatra Trucks, a.s. [9]



Obr. 5 – Ředitelská budova společnosti Tatra Trucks, a.s.

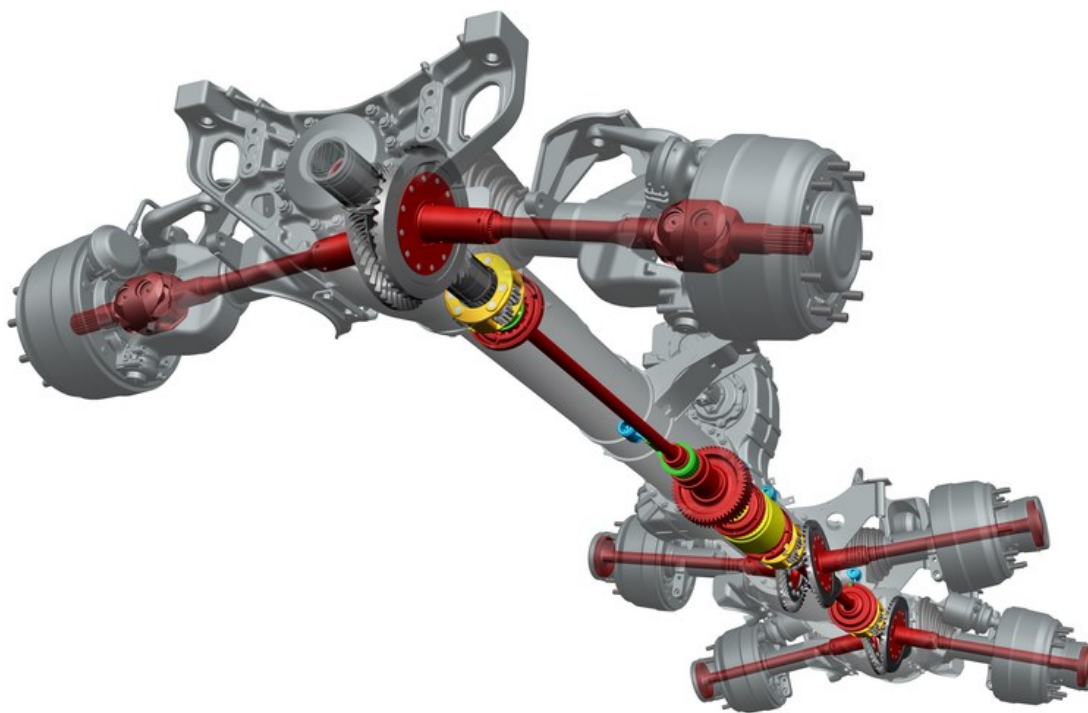
2.2 Historie společnosti

Společnost Tatra položila své základy již v červnu roku 1850, čímž se stala nejen nejstarší automobilkou ve střední Evropě, ale také třetí nejstarší na celém světě. Byla založena českým podnikatelem Ignácem Šustalou v době Rakouska-Uherska za vlády France Josefa v obci Nesselsdorf – nyní město Kopřivnice. V roce 2013 se automobilka vrací do českého vlastnictví a objevuje se název TATRA TRUCKS, a.s. Důležité historické události jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4). [9]

Tab. 4 – Historické události [9]

Historické události		
Rok	Událost	Logo společnosti
1850	Začátek výroby kočárů a bryček.	
1858	Vznik Ignatz Schustala & Comp.	
1882	Začátek výroby nákladních železničních vagónů.	
1886	Začátek výroby osobních železničních vagónů.	
1891	Vznik Nesselsdorfer-Wagenbau-Fabriks Gessellschaft.	
1897	První osobní automobil NW Präsident.	
1898	První nákladní automobil.	
1918	Název Kopřivnická vozovka, a.s.	
1921	Náhrada značky NW za TATRA na vozidlech.	
1923	Tatrovácká koncepce automobilu.	
1934	Letecké oddělení ve Vagónce TATRA Studénka.	
1936	Vznik Ringhoffer TATRA, a.s.	  
1946	TATRA se stává národním podnikem.	
1951	Ukončení výroby železničních vozidel.	
1968	Začátek stavby továrního polygonu.	
1992	Zřízení TATRA, a.s.	
1997	Ukončení výroby osobních automobilů.	
2013	TATRA TRUCKS a.s. a komplexní restrukturalizace.	

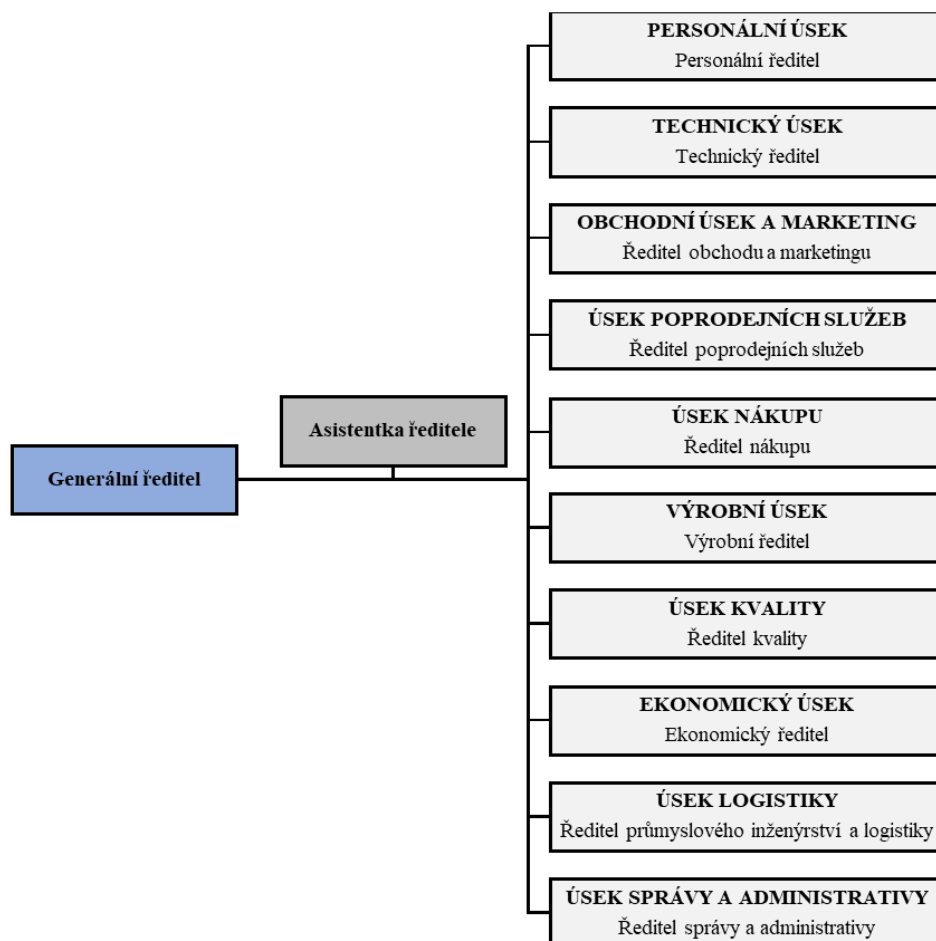
Nejvýznamnějším mužem v celé historii Tatry se stal konstruktér Hans Ledwinka, který v roce 1923 přišel s unikátní koncepcí podvozku, dodnes známou jako „Tatrovácká koncepce“ (Obr. 6). Tato koncepce je označením pro druh rámu s nezávislým zavěšením kol, taktéž známým jako páteřový. Téhož roku byl vyroben malý automobil, známý jako Tatra 11, u kterého bylo poprvé využito právě této koncepce. O rok později bylo poprvé využito tohoto typu podvozku i u těžkého nákladního automobilu známého jako T 24. [9]



Obr. 6 – Tatrovácká koncepce podvozku [9]

Organizační struktura vedení

Vzhledem k velikosti společnosti Tatra Trucks, a.s. je organizační struktura vedení rozdělena do deseti úseků. Každý úsek má vlastního ředitele a vlastní organizační strukturu. Rozdělení na jednotlivé úseky je znázorněno na obrázku (Obr. 7).

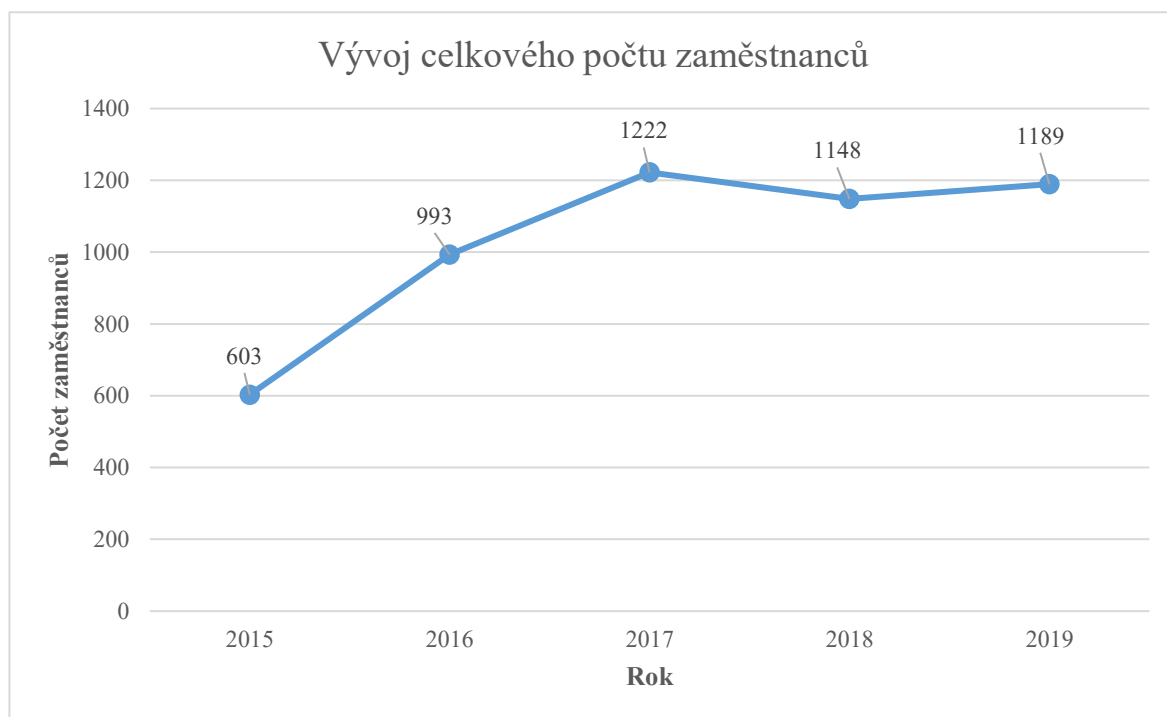


Obr. 7 – Organizační struktura vedení [11]

Z důvodu, že se Tatra stala akciovou společností, musela být zřízena dozorčí rada, která funguje jako kontrolní orgán společnosti. Dozorčí rada kontroluje činnost společnosti a výkon jejího představenstva. Členové této rady mají přístup ke všem dokladům a záznamům, které se týkají činnosti společnosti. Po přezkoumání musí rada obeznámit představenstvo se svými výsledky a nálezy. [9]

Zaměstnanci

Jak lze vidět na grafu (Graf 1), v průběhu posledních pěti let se celkový počet zaměstnanců dost změnil. V roce 2017 dosáhla společnost více jak dvojnásobného počtu zaměstnanců oproti roku 2015.



Graf 1 – Vývoj celkového počtu zaměstnanců [11]

Certifikáty

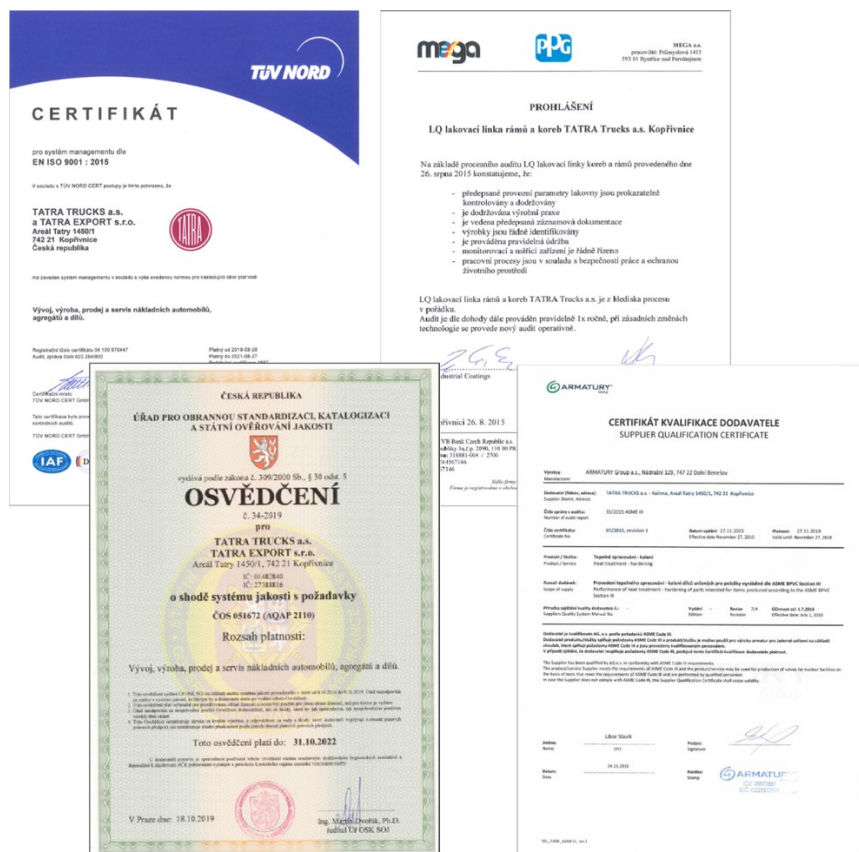
Společnost si zakládá na kvalitě svých výrobků a stará se o to, aby byla spolehlivým obchodním partnerem. A základem této důvěryhodnosti společnosti mohou být právě zmíněné certifikáty a osvědčení o vyspělosti a efektivitě jejího systému managementu kvality.

Základním cílem tohoto systému managementu kvality je naplňovat principy politiky kvality. Zaručují tak, že veškeré výrobky a procesní postupy, odpovídají požadavkům technických a právních norem.

Automobilka za svých více než 160 let působnosti stihla získat mnoho těchto certifikátů a osvědčení. Na obrázku (Obr. 8) jsou znázorněny některé z nich. [9,11]

Mezi tyto dokumenty patří:

- certifikát ISO 9001 - pro systém managementu v oboru „Vývoj, výroba, prodej a servis nákladních automobilů, agregátů a dílů.“,
- certifikát AQAP 2110 - Osvědčení o shodně jakosti s požadavky v rozsahu „Vývoj, výroba, prodej a servis nákladních automobilů, agregátů a dílů.“,
- certifikát ASME Code III – kvalifikace dodavatele,
- osvědčení lakovny.



Obr. 8 – Certifikáty a osvědčení [9,11]

2.3 Výroba

Tato kapitola obsahuje charakteristiku portfolia výrobků společnosti, jejich předních zákazníků, vývoje zakázek a výnosů dle jednotlivých odvětví.

Portfolio výrobků

Stěžejním programem společnosti jsou těžká nákladní vozidla, určená jak do těžkých terénů, tak i na silnice. Tyto vozidla lze rozdělit dle modelové řady nebo dle odvětví působnosti.

Mezi odvětví působnosti patří:

- armáda,
- stavebnictví,
- těžarství,
- lesnictví,
- zemědělství,

- ropa a plyn,
- komunální odpad,
- hasiči.

Na obrázku (Obr. 9) jsou vyobrazeny vozidla pro odvětví těžarství a hasičů.



Obr. 9 – Těžarství a Hasiči

Nákladní automobily procházejí neustálým technickým a konstrukčním vývojem, což má za následek vznik nových modelových řad a postupný zánik starších. Společnost za dobu své existence vytvořila desítky modelových řad. Některé z těchto řad jsou stále v provozu, jiná už se nacházejí pouze v muzeích. V současnosti společnost Tatra Trucks, a.s. produkuje čtyři modelové řady:

1. Tatra Phoenix,
2. Tatra Terrn,
3. Tatra Force,
4. Tatra Tactic.

Zákazníci

Společnost a její zákazníci lze rozdělit na dvě části; na část civilní a vojenskou. [11]

Do civilní části zákazníků patří:

- Správy a údržby silnic,
- hasičské záchranné sbory České a Slovenské republiky,
- dealeři České a Slovenské republiky,

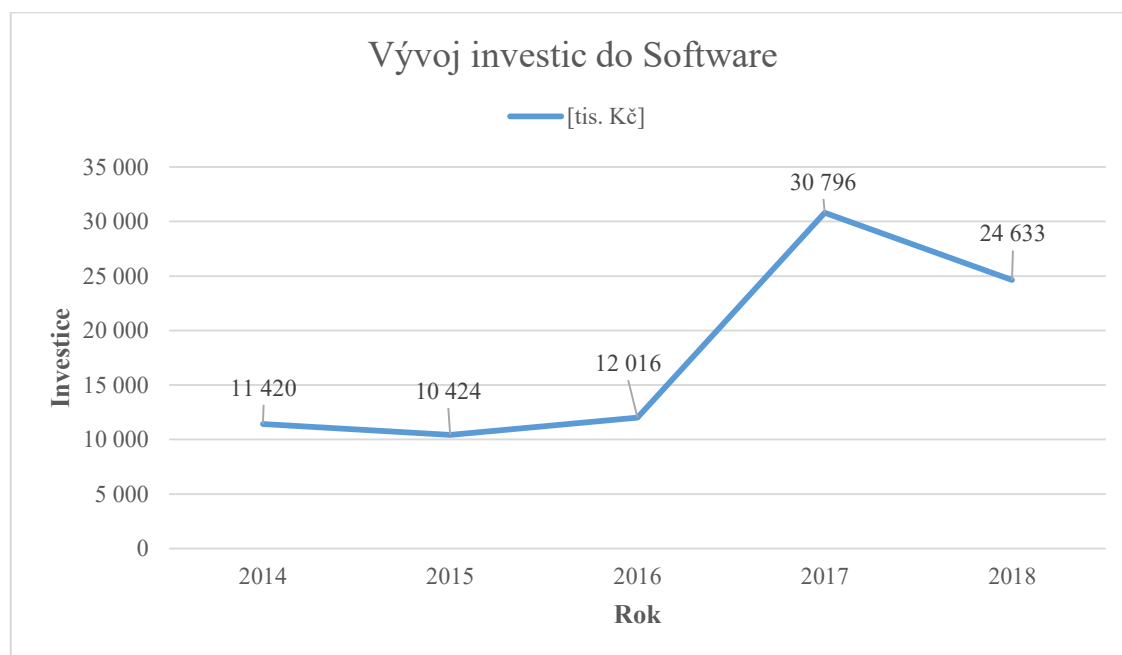
- dealeri ze západní Evropy,
- Rusko – stavební a těžební společnosti.

Vojenská vozidla společnosti jsou využívána po celém světě a mezi nejvýznamnější zákazníky spadají Ministerstva obrany:

- České a Slovenské republiky,
- Jordánska,
- Saudské Arábie,
- Izraele,
- Egyptu.

2.4 Datové systémy

Společnost Tatra Trucks, a.s. má v působnosti desítky datových systémů. Jednotlivé systémy se liší ve své důležitosti a funkci kterou zajišťují. Na grafu (Graf 2) lze vidět rostoucí důležitost a investice do těchto systémů.



Graf 2 – Vývoj investice do Software [10]

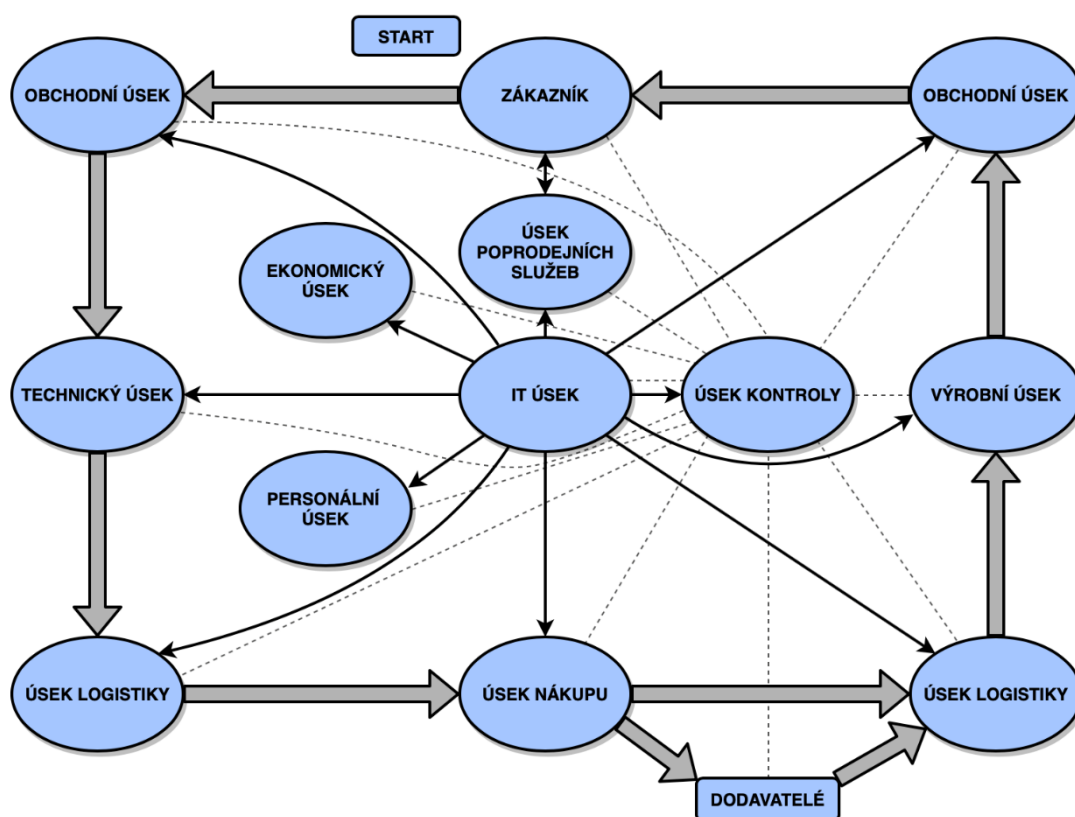
3 Analýza současného stavu datových systémů v podniku

V současnosti jsou datové systémy neodmyslitelnou složkou společnosti, kdy napomáhají k efektivnímu řízení a realizování jednotlivých procesů. Aby si společnost udržela svou konkurenceschopnost a postavení na trhu, je nutné, aby se pravidelně snažila své procesy a datové systémy optimalizovat.

3.1 Zmapování toku informací ve společnosti

Obrázek (Obr. 10) znázorňuje aktuální tok informací ve společnosti přes několik úseků. Každý tento úsek hraje důležitou roli v procesu realizace zakázky a využívá pro své potřeby různé datové systémy.

V analýze jsou zohledněny pouze nejhlavnější systémy a body nutné pro výrobu vozidla. Jednotlivé datové systémy jsou zapsány do tabulek chronologicky, od požadavku zákazníka na vozidlo, po předání vozidla zákazníkovi. Systémy jsou rozděleny do podkapitol podle jednotlivých úseků.



Obr. 10 – Tok informací ve společnosti [11]

1. IT úsek

IT úsek se podílí na všech projektech ve společnosti a ve většině případů iniciuje procesní změny. V neposlední řadě se však stará o správu všech podnikových systémů, sítí, serverů i uživatelských PC.

V celé společnosti se využívá obrovské množství datových systémů – každá řídicí jednotka může mít vlastní datový systém. Z tohoto množství lze vybrat přibližně 44 systémů, které se mohou považovat za největší.

2. Obchodní úsek

Obchodní úsek společnosti zajišťuje akviziční činnosti. Mezi tyto činnosti například patří:

- získávání zákazníků,
- starání se o stávající zákazníky,
- získávání nových projektů,
- prodej vozidel a služeb.

V tabulce (Tab. 5) lze vidět, jak zakázka postupuje od obdržení poptávky od zákazníka, až do přesunu na technických úsek.

Tab. 5 – Průchod zakázky obchodním úsekem [11]

Průchod zakázky obchodním úsekem			
Realizace	Popis vykonávané činnosti	Systémy	Název
1	Poptávka dealera na vozy + poptávka zákazníka/dealera ND	Externí dealerský portál	TATRA dealer portál (TDP)
2	Nabídka konfigurace – kompletní konfigurátor	Interní web. aplikace	Konfigurátor
3	Úprava konfigurace dle přání zákazníka	Interní web. aplikace	Požadavkový list zákazníka (PLZ)
4	Založení obch. případu	Interní web. aplikace	Monitoring obchodního případu
5	Založení zakázky do zásobníku zakázek	Interní web. aplikace	Plán výroby (interní web)
6	Založení obch. zakázky – option / Katalogy náhradních Dílů / Objednávky náradí	PLM Systém	Sysklass

3. Technický úsek

Technický úsek společnosti se skládá ze dvou hlavních celků, a to z konstrukce a projekce. Společným cílem tohoto úseku je zpracovat a zajistit, že všechny technické požadavky zákazníka na vozidlo, jsou splněny.

Mezi hlavní činnosti konstrukce patří návrh a vývoj vozidel. Dále pak výběr komponentů, vytváření technické dokumentace v podobě výkresů, modelů nebo dalších doplňujících dokumentací.

Průběh procesu průchodu zakázky v technickém úseku je zobrazen v tabulce (Tab. 6).

Tab. 6 – Průchod zakázky technickým úsekem [11]

Průchod zakázky technickým úsekem			
Realizace	Popis vykonávané činnosti	Aplikace	Název
7	Konstrukce obdrží zadání z Obchodního úseku	Interní web. aplikace	Požadovaný list zákazníka (PLZ), konfigurátor
8	Vytváření standardní dokumentace vozů	Excel/Intranet	Plán technického rozvoje (PTR)
9	Definování zakázkového vozidla projekcí	Word	Definice vozidla (Word)
10	Doplnění údajů k definici vozidla	Word	Dodatek k definici (Word)
11	2D výkres, 3D model	CAD systém	I-DEAS
12	Systém přidělování ID	Intranet	Přehled sériových a prototypových čísel
13	Upřesnění zadání vozidel TATRA PHOENIX	Externí web DAF	Portál DAF
14	Konstruování položky, kusovníku, 2D výkresu, změnové řízení	CAD a PDM Systém	I-DEAS, Sysklass, Excel
15	Schvalování změn	Interní web. aplikace	Návrhy změn

Další krok v procesu tvoří úsek logistiky.

4. Úsek logistiky

Úsek logistiky se zabývá plánováním a organizací materiálových toků tak, aby byly ve správném čase, na správném místě a za co nejnižší cenu. Mezi tyto funkce například patří: [13]

- skladování,
- zásobování,
- doprava, přeprava,
- pohyb osob a informací.

V tabulce (Tab. 7) jsou zobrazeny hlavní body průchodu zakázky v úseku logistiky a datové systémy, které pro svou práci využívají.

Tab. 7 – Průchod zakázky Úsekem logistiky [11]

Průchod zakázky úsekem logistiky			
Realizace	Popis vykonávané činnosti	Aplikace	Název
17	Plánování, koordinace	ERP systém	INFOR
18	Přeplánování APS	APS Systém	JDA Factory planer – APS
22	Záznamy o přijatém materiálu, uskladnění a vyskladnění, lokacích a skladových zásobách	ERP Systém	INFOR

5. Úsek nákupu

Úsek nákupu dostává přes jednotlivé aplikace aktualizované seznamy dílů, které jsou potřeba nakoupit pro vozidla.

Tab. 8 – Průchod zakázky úsekem nákupu [11]

Průchod zakázky úsekem nákupu			
Realizace	Popis vykonávané činnosti	Aplikace	Název
19	Vystavení objednávek	ERP systém	INFOR
20	Poskytnutí přehledu objednávek	Externí web TATRA	Dodavatelský portál
21	Objednávky z DAF	Externí web DAF	TOPEC – portál DAF

V tabulce (Tab. 8) jsou zobrazeny datové systémy, které úsek nákupu využívá ke své práci.

Po vytvoření objednávek se proces vrací do úseku logistiky, kde se provedou záznamy o přijatém materiálu, jeho uskladnění a vyskladnění, lokacích a skladových zásobách. Dále proces putuje na výrobní úsek.

6. Výrobní úsek

Ve výrobním úseku probíhá montáž vozidel. Pracují zde i s datovým systémem Sysklass, který je zmíněn v tabulce (Tab. 9). Odtud získávají veškerou dokumentaci nutnou pro montáž.

Tab. 9 – Průchod zakázky výrobním úsekem [11]

Průchod zakázky výrobním úsekem			
Realizace	Popis vykonávané činnosti	Aplikace	Název
23	Záznamy dílenských plánovačů, odvádění práce, odvádění dílů a vozidel.	ERP systém	INFOR

Jakmile je vozidlo vyrobeno, jde na sklad nebo na expedici k zákazníkovi. Veškeré další opravy a servisy má na starosti úsek poprodejních služeb. Tento úsek školí servisy, vytváří manuály a zařizuje náhradní díly.

V minulém roce se vyrobilo 300 a předminulý rok 250 zakázkových vozidel.

3.2 Tok informací v technickém úseku

Tato kapitola se bude věnovat průběhu vzniku konstrukční dokumentace a všech jeho potřebných kroků.

3.2.1 Projekce

Nejprve z obchodního úseku od obchodníka/dealera přijdou na projekci požadavky zákazníka, tyto požadavky se na projekci dostanou v několika zdrojích – konfigurátor vozidla, požadavkový list zákazníka a telefonická konzultace.

Tyto požadavky se projektant snaží zapsat do „řeči konstruktéra“ – definice vozidla. Tuto definici musí zapsat do aplikace Word, kterou následně ukládá na síťový

disk – což znamená, že není vytvořena jednotná databáze podkladů (podklady z obchodního úseku, e-mailové korespondence, měření...).

Definice obsahuje základní charakteristiku vozidla – typ vozu, počet kol, typ motoru... (Obr. 11).

Následně ke každým konstrukčním skupinám projektant napíše své doporučení pro konstruktéra specialistu, popřípadě jej navede, jak se tento konstrukční uzel řešil v podobných zakázkách (Obr. 12).

Projektant založí projekt vozidla ve 3D, kde poskládá vozidlo z nejbližších možných aplikací – tato skladba se v I-DEASu pohybuje v rozmezí 2–5 dnů (zdlouhavé vyhledávání v systému I-DEAS, nutnost aktualizace modelů...).

Takto připravenou definici vozidla musí schválit vedoucí projekce a poté technický ředitel. Žádosti o schválení se posílají buď e-mailem nebo v papírové podobě. Po schválení se opět formou e-mailu nebo papírově rozešle definice vozidla na příslušné skupináře. Ti dále s touto definicí pracují a rozesílají ji na své podřízené. (Mnohdy se stalo, že se tato definice nedostala ke všem, ke kterým měla.)

B. ZÁKLADNÍ POPIS VOZIDLA

- rozvor 2150 + 2660 + 1500 mm
- motor PACCAR MX-13, Euro 6, 375 kW/2500 Nm, FEPTO, REPTO
- převodovka manuální 16S2531T0 s intardérem, šestnáctistupňová, REPTO
- přídatná převodovka Tatra, 2.30 TRK, osová vzdálenost 480 mm, převodování: 0,609/1,154
- nápravy s redukcemi v kolech 2,714x2,333
- pneumatiky 385/65 R22,5
- přední řízení Tatra-TON, levostranné
- řízení poslední 2 nápravy (Mobile Electronic)
- pérování přední – vzduchové, 2x9 t, stabilizátor
- pérování zadní – vzduchové, 2x10 t, stabilizátor
- rám 930 mm, výška 300 mm, šířka pásnice 102 mm
- kabina DAF CF 86, krátká (denní)
- bez hydrauliky, bez korby

Obr. 11 – Definice vozidla – základní popis vozidla [11]

204. Motor úplný s převodem

Motor Paccar, poloha pro 8x8 (sklon 2,8°), 375 kW, 2500 Nm. Spojka pro převodovku manuální převodovku 16S2531TO. Specifikace motoru:

- 375 kW
- manuální převodovka s intardérem
- FEPTO pro montáž čerpadla řízení posledních náprav
- REPTO

205. Montáž motoru do rámu

Montáž motoru Paccar Euro 6, MX-13.

Obr. 12 – Detailní popis konstrukční skupiny [11]

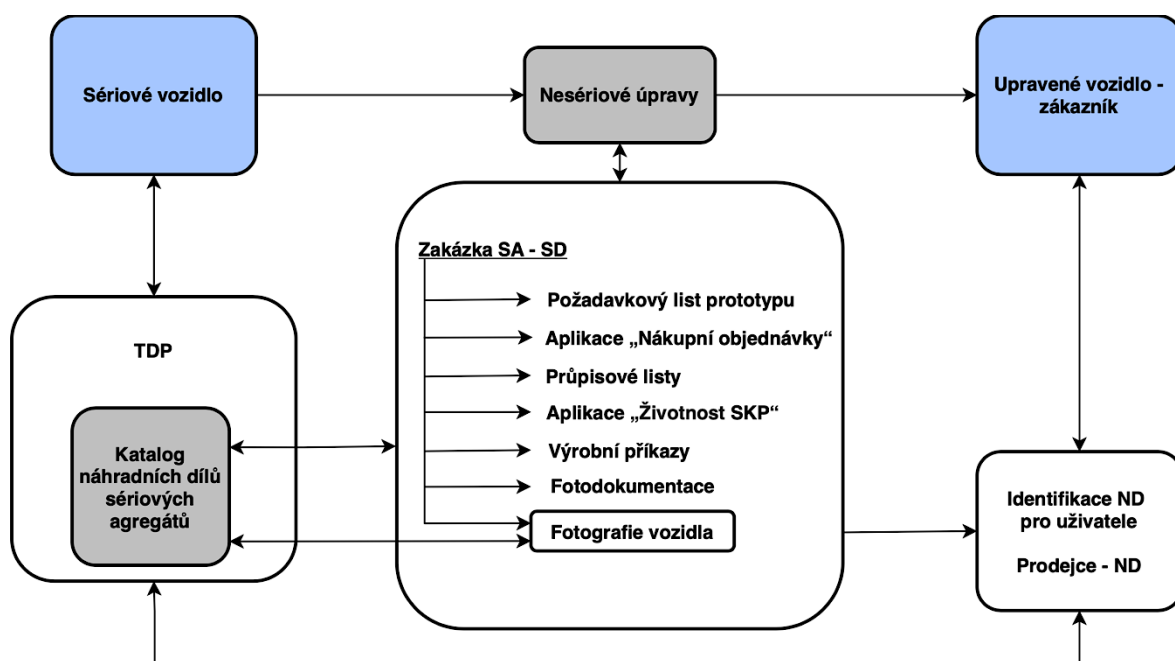
3.2.2 Konstrukce

Každá konstrukční skupina (motory, kabiny, rámy...) má svého vedoucího – takzvaného skupináře. Jakmile konstruktéři specialisti obdrží od svého skupináře definici vozidla, tak si v ní vyhledají svou skupinu + konstrukční skupiny, které s jejich prací souvisejí, aby mohli začít pracovat (Obr. 13). Například konstruktér motorů si musí vyhledat pro svou práci také typ kabiny, rám, uchycení rámu do motoru atd.

Pro nově vytvořená vozidla si konstruktér musí zažádat o přidělení čísel – s těmito čísly poté bude pracovat celý podnik. Existují dva druhy čísel – vyráběná a nakupovaná položka. Pokud konstruktér potřebuje obsadit číslo pro nově vyráběnou položku, musí vyplnit formulář s patřičnými náležitostmi (název, anglický název, první aplikace...) v aplikaci Excel, tento formulář ve formátu .xlsx zašle e-mailem na oddělení správy dokumentace. Přidělení těchto čísel mnohdy trvá i několik dní.

Pokud konstruktér žádá o obsazení čísla pro nově nakupovanou položku, musí vyplnit patřičný formulář v intranetové aplikaci – životnost skladové položky. Toto přidělení může trvat i několik týdnů – z důvodu, že pracovníci nákupu musí zajistit dodavatele.

Konstruktér následně zpracovává konstrukční dokumentaci v systému I-DEAS – 3D a 2D. Kusovníky jednotlivých sestav se netvoří automaticky, ale musí je konstruktér vytvořit manuálně. Například exportem do aplikace Excel, kde lze tento kusovník následně modifikovat = zdroj chyb. Jakmile má konstruktér veškeré náležitosti hotovy, může dokumentaci vydat. Dokumentace se vydává tak, že ji konstruktér zasílá e-mailem do správy dokumentace. Správa dokumentace tuto dokumentaci následně musí ručně překládat/přepisovat do datového systému Sysklass.



Obr. 13 – Realizace zakázky [11]

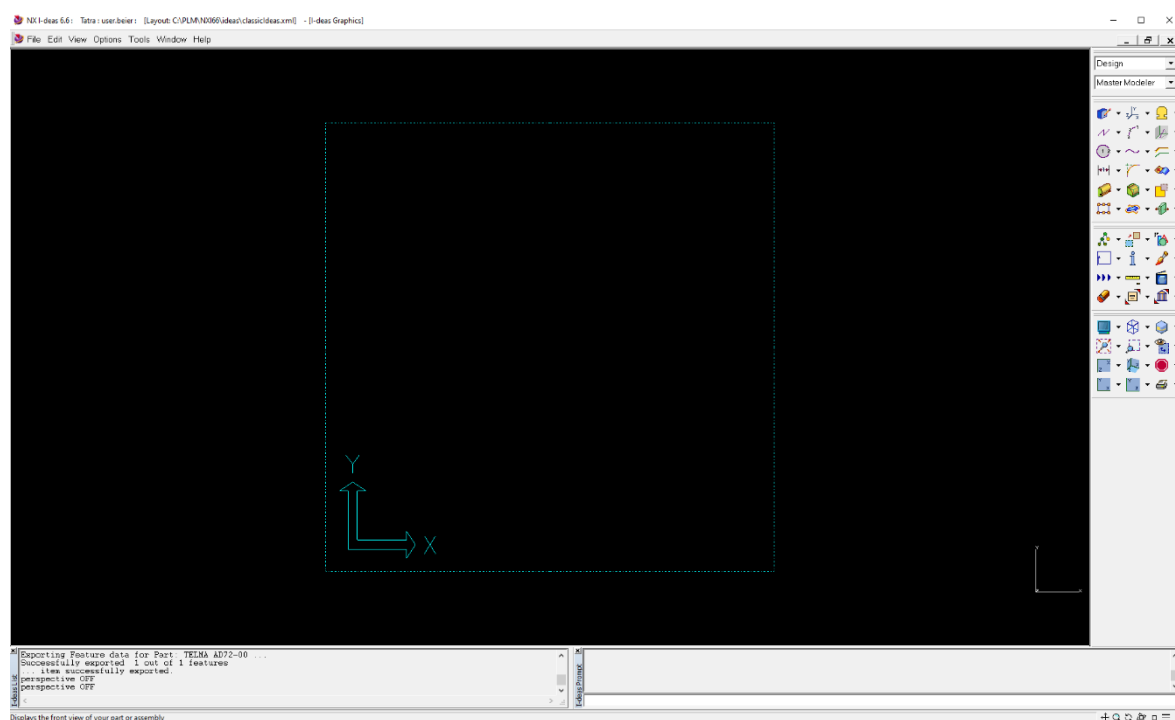
3.3 I-DEAS

Jedná se o systém od společnosti Siemens, pro konstrukční modelování. Tento systém umožňuje modelování ve 3D i 2D. Poskytuje všechny potřebné funkce pro návrh, modelování, dokumentování a simulování.

Ve společnosti Tatra Trucks, a.s. tento datový systém funguje od roku 1993 (Obr. 14), na svou dobu to byl nadčasový program, který je již v současné době ale zastaralý.

Nevyhovuje moderním procesům, začínají se hromadit chyby a bohužel již není oficiální podpora na tento systém. Tabulkou (Tab. 10) byly shrnuty výhody a nevýhody tohoto systému, přičemž lze vidět, že nevýhody jednoznačně převyšují.

Mezi jednu z největších nevýhod patří vznik takzvaných duplicitních položek. Tyto duplicitní položky mají naprosto totožné číslo s původní položkou, ale nejsou nijak propojeny, tudíž se změny v původní položce neprojeví v duplicitní položce – čímž vznikají dvě různé položky se stejným identifikačním číslem (part number).



Obr. 14 – I-DEAS

Tab. 10 – Výhody a nevýhody systému I-DEAS [11]

I-DEAS	
Výhody	Nevýhody
Kompletní MKP analýza	Zastaralý
Modul Drafting	Bez podpory
-	Bez možnosti nových modelovacích metod
-	Nevytváří automaticky kusovníky
-	Nelze schvalovat díly
-	Vznik duplicitních položek
-	Nevyhovuje moderním procesům

Vznik duplicitních položek ovšem patří pouze do jedné ze tří skupin chyb. V systému I-DEAS byly chyby rozděleny na tyto hlavní skupiny:

- duplicitní položky,
- chybné názvy,
- chybějící part number.

1. Duplicitní položky

Do této skupiny patří zmíněný vznik duplicitních položek. Na obrázku (Obr. 15) je uvedena chybová hláška duplicitní položky. Duplicitních položek je v současném stavu téměř **128 000**.

Serial No.	Error Type	Item Name	Part Number	Version Number	Library Name	Project Name	Error File Sequence Id	Applied Value/Action	Status
1	DUPLICATE_PART_NUMBER	Sroub napinací SMA	ID000102	1	Drawing	PRISLUSENSTVLARCHIV.066-Sklapeni kabiny	467	ID000102_1/MODIFY PART NUMBER	Passed

Obr. 15 – Chybová hláška duplicitní položky

2. Chybné názvy

Mezi chybné názvy patří několik druhů:

- velký počet znaků (příliš dlouhé názvy),
- nepovolené znaky (Například diakritika – I-DEAS ji nedokáže rozpoznat a nahradí ji speciálním znakem \S\). Chyba je znázorněna na obrázku (Obr. 16)).

V současném stavu se v systému I-DEAS nachází téměř **31 500** chybných názvů.

D:\IDEAS\Work\Avibras\CABINE_stp...	LIB PART	04-Mar-2013 09:07:15.02 smolka
D:\IDEAS\Work\Avibras\CABINE_stp Duplicate100...	LIB PART	04-Mar-2013 09:07:40.02 smolka
P\S\asek t\X2\0159\X0\menu n\S\adr\X2\017E\X0\e...	LIB PART	P\S\asek t\X2\0159\X0\menu n\S\adr\X2\017E\X0\e
P\S\asek v\S\azac\S\m...	LIB PART	P\S\asek v\S\azac\S\m
p\S\mst 63-32-105 Duplicate56...	LIB PART	p\S\mst 63-32-105

Obr. 16 – Chybné názvy

3. Chybějící part number

Tato chyba je znázorněna na obrázku (Obr. 17). Při úplném opomenutí přidělení identifikačního čísla nebo přijetí dat z externích firem tak dochází k problémům při vyhledávání těchto položek a celkově další práci. Při opravách tohoto problému se musela zavést úplně nová řada identifikačních čísel s počátečním číslem – ID000000. Neboť se u mnohých již nedokázalo dohledat jejich původ, tudíž nešlo přidělit standartní číslo. Do této chvíle se přidělilo téměř **120 000** nových čísel.

Serial No.	Error Type	Item Name	Part Number	Version Number	Library Name	Project Name	Error File Sequence Id	Applied Value/Action	Status
1	MISSING_PART_NUMBER	Teleso uzavěru kapoty		2	Part	KABINA.ROZPRACOVANE	280	ID000259/MODIFY_PART_NUMBER	Passed

Obr. 17 – Chybová hláška chybějící part number

3.3.1 Ztrátové časy

V tabulce níže (Tab. 11) jsou zaznačeny ztrátové časy způsobené čekáním při vytváření výkresu z kompletního vozidla. Pro tento příklad bylo vybráno vozidlo T158. Ztrátové časy závisí na typu vozidla, velikosti modelu, typu dokumentace a dalších parametrech.

Tab. 11 – Přibližný ztrátový čas v systému I-DEAS

Ztrátový čas u modelu vozidla T158		
Pořadí	Činnost	Ztrátový čas
1.	Aktualizace modelu	45 minut
2.	Otevření modelu	30 minut
3.	Vytvoření nového pohledu	30 minut
4.	Vytvoření nového pohledu	30 minut
5.	Vytvoření nového pohledu	30 minut
6.	Uložení výkresu	10 minut
Celkový ztrátový čas čekáním		175 minut

Z důvodu zdlouhavého načítání v systému I-DEAS konstruktéři vytvářeli výkresy celých vozidel pomocí symbolů a ručně do těchto symbolů dokreslovali modifikace.

Neoptimální propojení systému I-DEAS s ostatními datovými systémy přineslo mnohé časové ztráty. Některé tyto ztráty byly zaznamenány do tabulky níže (Tab. 12).

Tab. 12 – Časové ztráty systému I-DEAS

Časové ztráty	
Činnost	I-DEAS
Načtení rozsáhlých sestav	~ 30 minut
Celkový ztrátový čas čekáním při tvorbě výkresů kompletního vozidla	~ 175 minut
Přidělení sériového čísla	~ 1-3 dnů
Přidělení čísla pro nakupovanou položku	1 den až 2 týdny
Seskládání 3D projektu vozidla projekcí	~ 1-3 dnů
Schvalování dokumentace	-
Aktualizace modelu	~ 30 minut
Hledání modelu	~ 5 minut

Celkový ztrátový čas čekáním při tvorbě výkresů kompletního vozidla je identifikován tabulkou (Tab. 11).

4 Vyhodnocení analýzy a specifikace problémů

Tato kapitola se bude věnovat identifikaci problémů zjištěných z analýzy současného stavu. V návaznosti na tyto problémy bude následovat stanovení cílů a optimalizace datových systémů.

4.1 Identifikace problémů

Z analýzy vyplývá, že v celé společnosti existuje řada datových systémů – jak od externích firem, tak i vytvořených přímo na zakázku IT oddělením Tatra Trucks, a.s. Tyto systémy bohužel nejsou optimálně propojeny a dochází tak k chybám a časovým ztrátám.

Z hlediska požadavků společnosti Tatra Trucks, a.s. na optimalizaci datových systémů v technickém úseku, se v této práci budu dále zaměřovat právě na zmíněný **technický úsek**.

Tatra Trucks, a.s. se zaměřuje především na zakázkovou výrobu, což znamená, že každé vozidlo, které projede linkou, může mít nějaké zákaznické modifikace (počet kol, větší rozvor, jiné vybavení...). Tento směr je časově a datově velice komplikovaný a náročný. Každé takovéto vozidlo na zakázku projde konstruktérům „pod rukama“.

Společnost má určenou kapacitu konstrukce na jedno sériové vozidlo měsíčně, což znamená, že konstrukce dokáže za tento čas vytvořit kompletní dokumentaci pro sériové vozidlo + vytváří velkou řadu zakázkových modifikací. Přičemž zakázková vozidla se následně odvíjejí od těchto základů v podobě sériového vozu. Konstruktéři proto musí u každého nového zakázkového vozidla upravit konstrukční data podle přání zákazníka.

Datový systém, v němž konstruktéři pracují, je v Tatře již několik desítek let. Přesněji se systém I-DEAS zavedl v roce 1993. V současné době tento systém již nemá podporu, je zastaralý a nevyhovuje moderním procesům. Během více než dvaceti pětileté historie I-DEASu vzniklo přes 800 000 unikátních položek.

Jedna z velkých chyb v tomto systému, která se začíná projevovat čím dál častěji, je duplikace těchto položek. Mezi další problémy zastaralého softwaru patří jeho rychlost – otevření modelu, či vytvoření jednoho pohledu na výkresu kompletního vozidla se pohybuje kolem 30-45 minut.

Po konzultaci s částí konstrukce se jeví jako největší problém systému I-DEAS zdlouhavá a komplikovaná aktualizace dat. Jelikož má konstrukce 60 konstruktérů, musí se kompletní model aktualizovat ihned, jakmile vznikne jakákoliv nová úprava, aby se docílilo práce s nejaktuálnějšími daty. Tyto aktualizace obvykle trvají v řadě desítek minut, a ne vždy dopadnou korektně, což znamená, že se musí model aktualizovat znovu.

4.2 Stanovení cílů

Dle zjištěných informací, se jen za minulý rok vytvořilo 300 a rok zpět 250 zakázkových vozidel. Je proto třeba vybrat nový, dostatečně kvalitní software, který společnosti umožní snadnější a rychlejší reakci na aktuální trh a požadavky zákazníků. Důležitým faktorem při výběru nového softwaru bude schopnost převedení historie z I-DEASu a zároveň vyřešení duplicitních položek.

Jak lze vidět z tabulky (Tab. 6), technický úsek v současné době využívá řadu datových systémů a webových aplikací, které nejsou optimálně propojeny. Tím dochází k častým časovým prodlevám, zvýšené chybovosti a tvorbě duplicitních položek.

Cílem této práce bude tedy najít vhodnou kombinaci dvou datových systémů, které budou optimálně propojeny. Jedním z těchto systémů bude systém, který pomůže zredukovat velký rozsah využívaných systémů a webových aplikací. Druhým systémem bude CAD systém, který nahradí zastaralý I-DEAS.

5 Návrhy řešení a jejich komplexní zhodnocení

Touto kapitolou bude představen návrh nového informačního toku v technickém úseku, včetně upraveného průchodu zakázky tímto úsekem a komplexní zhodnocení tohoto řešení.

5.1 Výběr nového datového systému

Pro výběr vhodného systému bylo použito vícestupňové rozhodování, které zahrnovalo výběr kandidátů ve dvou kolech.

1. Výběrové kolo

Do tohoto prvního výběrového kola se přihlásilo několik společností. Společnosti jako:

- Siemens,
- Dytron,
- SolidWorks,
- Autodesk,
- Avengineering.

V tomto prvním kole měli předvést funkcionalitu svých systémů. Po odprezentování všech společností se Tatra Trucks, a.s. rozhodla k jejich redukci na konečný počet 2. Tatra Trucks, a.s. se rozhodla k výběru pouze z těch největších a nejzkušenějších kandidátů.

2. Výběrové kolo

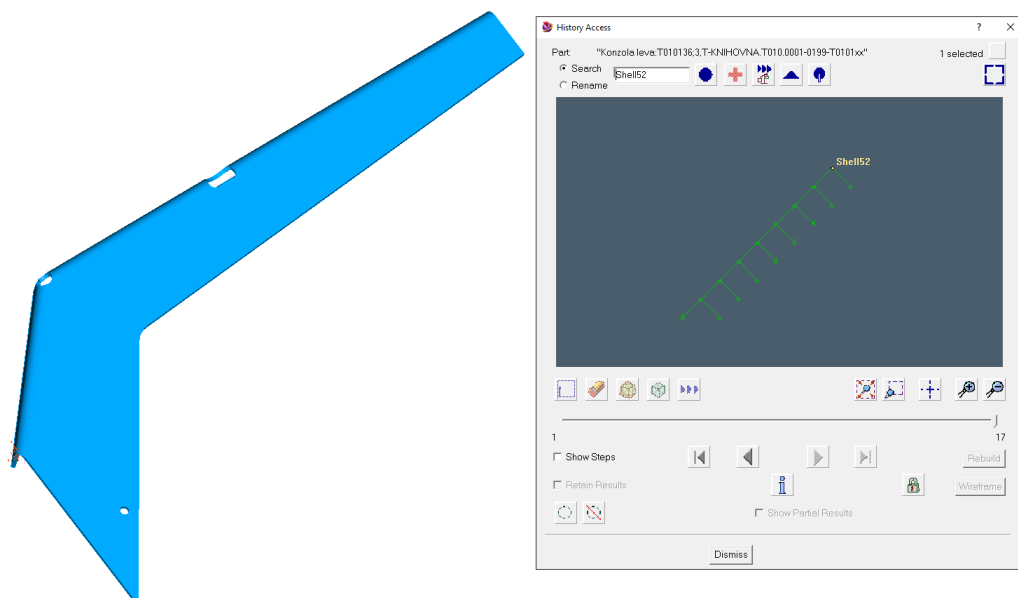
Z prvního kola dále postoupily pouze dvě společnosti, a to – Siemens s produkty NX a Teamcenter a Dytron s produkty Catia a Enovia.

Tyto společnosti dostaly ze strany Tatra Trucks, a.s. kompletní vozidlo ve 3D z řady T815-7 a jejich úkolem bylo připravit demonstraci chování jejich produktu v každodenním provozu.

Při demonstraci se společnost Tatra Trucks, a.s. zaměřovala na tyto body:

- otevření kompletního celého vozidla (Může mít až 20 úrovní sestav),
- vytvoření výkresu z kompletního vozidla (V I-DEASu jeden pohled až 30 minut),
- přenesení tvorby modelování z I-DEASu do jejich systému (Odlitky, Assembly Cutt),

- zachování stromu modelování (Jednotlivé kroky modelování – např. Extrude, Revolve, Chamfer...) (Obr. 18),
- přenesení výkresů při zachování asociativity,
- administraci dat.



Obr. 18 – Historie stromu modelování v systému I-DEAS

Po těchto demonstracích se sešlo pět expertů. Aby se vybral ten nejlepší možný z nich, bylo třeba využít **vícekritériálního rozhodování** – viz kapitola 5.1.1

5.1.1 Vícekritériální rozhodování

U tohoto způsobu rozhodování je nejdříve třeba určit kritéria, která se dále roztrídí do dvou kategorií – náklad a výnos. Kritéria byla stanovena vzájemnou konzultací ve společnosti Tatra Trucks, a.s. (Tab. 13).

Tab. 13 – Zvolená kritéria

Kritéria			
Označení kritéria	Název kritéria	Jednotka	Náklad/Výnos
1.	Cena licencí	Kč	Náklad
2.	Cena doplňkových licencí	Kč	Náklad
3.	Cena školení	Kč	Náklad
4.	Schopnost převést data z I-DEASu	-	Výnos
5.	Rychlost načtení velkých sestav	Minuty	Náklad
6.	Zachování stylu modelování	-	Výnos

5.1.2 Stanovení koeficientu významnosti

K určení koeficientu významnosti byla využita **metoda známkování**. Vybraní experti – generální ředitel, technický ředitel, ředitel IT, analytik IT a vedoucí konstrukce byli požádáni o oznámkování každého kritéria na stupnici od 1–10. Nejvyšší možná známka, kterou kritérium může dosáhnout, je 10. Přičemž platí, že čím vyšší má kritérium hodnocení, tím je významnější. Experti mohou stejné číslo přiřadit také k více kritériím.

Hodnocení každého experta k jednotlivým kritériím je zaznačeno v tabulce (Tab. 14).

Tab. 14 – Metoda známkování

Expert (p)	Kritéria (m)						β_j
	1. Cena licencí	2. Cena dopl. licencí	3. Cena školení	4. Schopnost převést data	5. Rychlost načtení sestav	6. Zach. stylů	
1. Generální ředitel	9	4	6	8	7	4	38
2. Technický ředitel	7	3	8	9	6	7	40
3. Ředitel IT	8	2	5	7	6	8	36
4. Analytik IT	7	3	9	8	7	4	38
5. Vedoucí konstrukce	9	1	6	7	5	7	35

Příklad výpočtu dílčí váhy j-tého kritéria u k-tého experta β_j :

$$\beta_j = \sum_{k=1}^m \beta_{kj} \quad (1)$$

$$\beta_1 = 9 + 4 + 6 + 8 + 7 + 4 = 38$$

Kde: m – počet kritérií

β_{kj} – známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu

Tab. 15 – Vyhodnocení koeficientu významnosti

Expert (p)	Kritéria (m)					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	0,236842	0,105263	0,157895	0,210526	0,184211	0,105263
2.	0,175	0,075	0,2	0,225	0,15	0,175
3.	0,222222	0,055556	0,138889	0,194444	0,166667	0,222222
4.	0,184211	0,078947	0,236842	0,210526	0,184211	0,105263
5.	0,257143	0,028571	0,171429	0,2	0,142857	0,2
B_j	1,075418	0,343338	0,905054	1,040497	0,827945	0,807749

Příklad výpočtu B_j :

$$p_{kj} = \frac{\beta_{kj}}{\beta_j} \quad (2)$$

$$p_{11} = \frac{9}{38} = 0,236842$$

$$B_j = \sum_{k=1}^m p_{kj} \quad (3)$$

$$B_1 = 0,236842 + 0,175 + 0,222222 + 0,184211 + 0,257143 = 1,075418$$

Kde: β_j – součet známek k-tého experta

β_{kj} – známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu

p_{kj} – dílčí váha j-tého kritéria u k-tého experta

B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria

Do tabulky (Tab. 15) byly zaznamenány výsledky dílčích vah jednotlivých kritérií a následný propočet koeficientu významnosti B_j .

5.1.3 Metoda bazická

Aby nebyla porušena **povinnost mlčenlivosti** vzhledem k údajům o cenách licencí, doplňkových licencí a školení – musely být tyto hodnoty a jejich h_{bj} v metodě **převezeny na bodové hodnocení odpovídající skutečným hodnotám**.

Vyšší hodnotě byla přiřazena hodnota 100 bodů a následně nižší hodnotě příslušný počet bodů dle trojčlenky.

Kritérium podpora softwaru byla určena jako výnos, protože – čím delší bude podpora, tím je to lepší, proto je brána jako výnos.

Kritérium rychlost načtení velkých sestav byla určena jako náklad, protože – čím nižší je doba načtení, tím je to lepší, proto je brána jako náklad.

U kritéria s hodnotou ANO se počítalo jako s hodnotou 1, u kritéria s hodnotou NE se počítalo jako s hodnotou 0.

Do tabulky (Tab. 16) byly zaznamenány základní hodnoty.

Tab. 16 – Vstupní informace pro metodu bazickou

Metoda bazická						
Varianta	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Náklad	Náklad	Náklad	Výnos	Náklad	Výnos
A NX	64	100	70,4258	ANO	5	ANO
B Catia	100	86,6666	100	NE	7	NE
B_j	1,075418	0,343338	0,905054	1,040497	0,827945	0,807749

Kritéria s hodnotou ANO a NE byla převedena na hodnoty číselné a dále byla vypočtena bazická varianta h_{bj} (Tab. 17).

Příklad výpočtu h_{bj} :

$$h_{bj} = \frac{\sum_i h_{ij}}{p_i} \quad (4)$$

$$h_{b4} = \frac{1 + 0}{2} = 0,5$$

47

Kde: h_{bj} – hodnota j-tého kritéria u varianty bazické

h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

p_i – počet variant

Tab. 17 – Upravené vstupní informace

Metoda bazická						
Varianta	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Náklad	Náklad	Náklad	Výnos	Náklad	Výnos
A	64	100	70,4258	1	5	1
B	100	86,6666	100	0	7	0
B_j	1,075418	0,343338	0,905054	1,040497	0,827945	0,807749
h_{bj}	82	93,3333	85,2129	0,5	6	0,5

Příklad výpočtu ij-tého kritéria pro typ výnos a typ náklad:

Pro typ výnos:

$$z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \times B_j \quad (4)$$

$$z_{A4} = \frac{1}{0,5} \times 1,040497 = \mathbf{2,0810}$$

Pro typ náklad:

$$z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \times B_j \quad (5)$$

$$z_{A5} = \frac{6}{5} \times 0,827945 = \mathbf{0,9935}$$

Kde: B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria

z_{ij} – výsledná hodnota ij-tého kritéria

h_{bj} – hodnota j-tého kritéria u varianty bazické

h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

Tab. 18 – Metoda bazická

Metoda bazická						
Varianta	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Náklad	Náklad	Náklad	Výnos	Náklad	Výnos
A	1,3779	0,3204	1,0951	2,0810	0,9935	1,6155
B	0,8818	0,3697	0,7712	0	0,7097	0

Příklad výpočtu relativní užitnosti S_j :

$$S_j = \sum_{j=1}^{j=m} z_{ij} \quad (6)$$

$$S_A = 1,3779 + 0,3204 + 1,0951 + 2,0810 + 0,9935 + 1,6155 = 7,4834$$

Kde: V_j – konečné pořadí

z_{ij} – výsledná hodnota ij-tého kritéria

S_j – relativní užitnost

Tab. 19 – Výsledek metody bazické

Metoda bazická		
Varianta	S_j	V_j
A	7,4834	1.
B	2,7325	2.

Tabulkou (Tab. 18) byly shrnuty výsledné hodnoty z_{ij} a v (Tab. 19) je pomocí součtu s maximální hodnotou zjištěn vítěz dle metody bazické – **NX a Teamcenter**.

5.1.4 Metoda vážených dílčích pořadí

Z důvodu **utajených údajů** u několika kritérií – cena licencí, doplňkových licencí a školení, byly tyto údaje opět v základní tabulce **převedeny na bodové hodnocení** (Tab. 20).

Tab. 20 – Základní údaje pro metodu vážených dílčích pořadí

Metoda vážených dílčích pořadí						
Varianta	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Náklad	Náklad	Náklad	Výnos	Náklad	Výnos
A	64	100	70,4258	ANO	5	ANO
B	100	86,6666	100	NE	7	NE
B_j	1,075418	0,343338	0,905054	1,040497	0,827945	0,807749

Bylo třeba pro tuto metodu skutečným hodnotám přiřadit jejich dílčí pořadí. U nejnižší hodnoty typu kritéria náklad bylo určeno dílčí pořadí č. 1. Naopak u typu kritéria výnos, bylo dílčí pořadí č. 1 přiřazeno nejvyšší hodnotě (Tab. 21).

Jelikož u kritérií č. 4 a č. 6 se nachází hodnoty ANO, NE a jsou obě typu výnos, tak hodnota ANO byla nahrazena dílčím pořadím č. 1 a hodnota NE dílčím pořadím č. 2.

Tab. 21 – Udělené dílčí pořadí

Metoda vážených dílčích pořadí						
Varianta	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Náklad	Náklad	Náklad	Výnos	Náklad	Výnos
A	1	2	1	1	1	1
B	2	1	2	2	2	2
B_j	1,075418	0,343338	0,905054	1,040497	0,827945	0,807749

Příklad výpočtu váženého dílčího pořadí:

$$z_{ijj} = h_{ij} * B_j \quad (7)$$

$$z_{11j} = 1 * 1,075418 = \mathbf{1,075418}$$

Kde: z_{ijj} – vážené dílčí pořadí ij-tého kritéria

h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria

Tab. 22 – Metoda vážených dílčích pořadí

Metoda vážených dílčích pořadí						
Varianta	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Náklad	Náklad	Náklad	Výnos	Náklad	Výnos
A	1,075418	0,686675	0,905054	1,040497	0,827945	0,807749
B	2,150835	0,343338	1,810109	2,080994	1,655890	1,615497

Příklad výpočtu součtu vážených dílčích pořadí:

$$S_{jj} = \sum_{j=1}^{j=m} z_{ijj} \quad (6)$$

$$S_{Aj} = 1,075418 + 0,686675 + 0,905054 + 1,040497 + 0,827945 + 0,807749 \\ = \mathbf{5,343338}$$

Kde: S_{jj} – součet vážených dílčích pořadí

m – počet kritérií

z_{ijj} – vážené dílčí pořadí ij-tého kritéria

Tab. 23 – Výsledek metody vážených dílčích pořadí

Metoda vážených dílčích pořadí		
Varianta	S_{jj}	V_j
A	5,343338	1.
B	9,656662	2.

Na výše uvedené tabulce (Tab. 22) jsou vážené dílčí pořadí každého kritéria a v tabulce (Tab. 23) je jejich součet. Na prvním místě se umístí varianta s minimální hodnotou součtu. Dle metody vážených dílčích pořadí se na první příčce umístil systém **NX a Teamcenter**.

5.1.5 Vyhodnocení vícekritériálního rozhodování

Na základě využití vícekritériálního rozhodování se ukázalo, že nejlepší volbou bude do podniku pořídit systém NX a Teamcenter od společnosti Siemens (Tab. 24).

Tab. 24 – Srovnání metod

Srovnání metod		
Pořadí	Metoda bazická	Metoda vážených dílčích pořadí
1	NX	NX
2	Catia	Catia

Mezi hlavní důvody vítězství společnosti Siemens patří:

- možnost převedení licencí ze zastaralého systému I-DEAS na nový systém NX,
- schopnost převedení kompletní historie dat z I-DEASu pomocí migračního nástroje CMM do systémů NX a Teamcenter,
- migrační nástroj CMM také vyřešil problematiku duplicitních položek,
- rychlost načtení modelu kompletního vozidla se zkrátila z 30ti minut na necelých 5 minut.

Společnost Dytron se svými systémy Catia a Enovia nedokázala vytvořit způsob, jak převést historii dat z I-DEASu. Nabídla ale možnost zakoupení externistů, kteří by všechny data (modely a výkresy) ručně překreslili do jejich systémů.

Tato možnost byla ovšem příliš drahá, časově náročná (800 000 unikátních položek) a byla zde velice pravděpodobná chybovost.

5.2 Charakteristika vybraných systémů

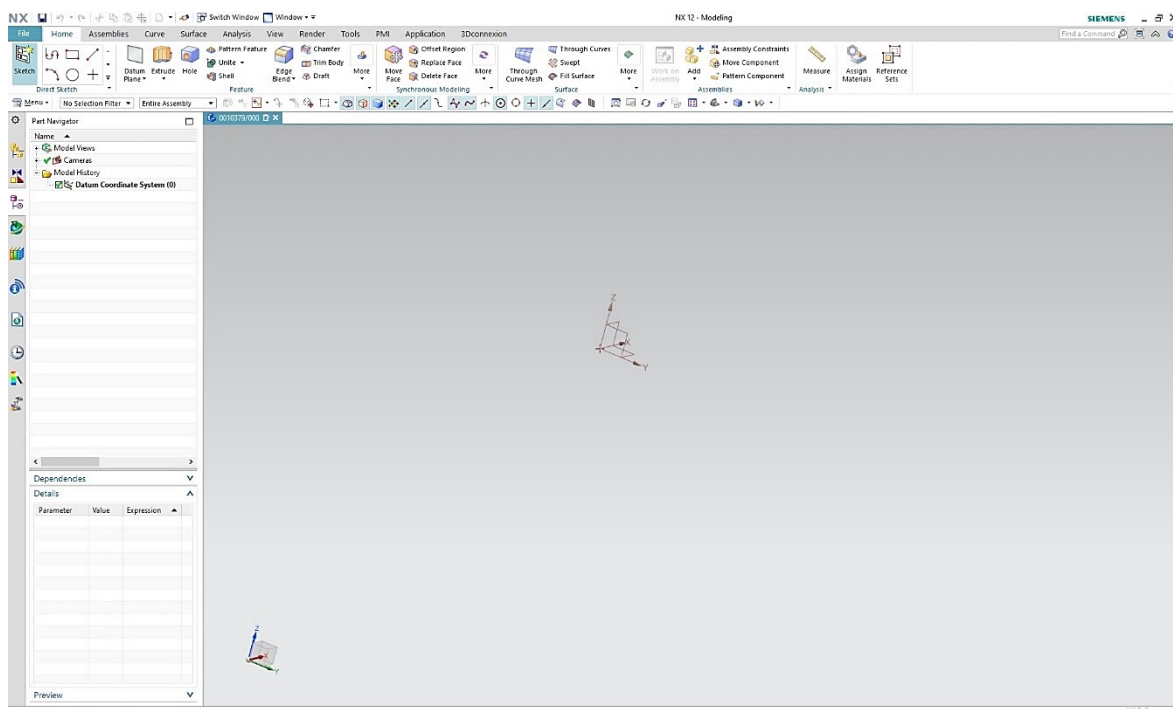
V této kapitole budou představeny nově vybrané datové systémy pro společnost Tatra Trucks, a.s.

5.2.1 NX

Jedná se o moderní CAD/CAM/CAE systém od společnosti Siemens (Obr. 19). Tento systém špičkové kvality umožňuje nejen modelování dílů, celých sestav či tvořit výkresovou dokumentaci, ale také provádět simulace, analýzy, programovat NC obráběcí a měřicí stroje. NX umožňuje rychle a efektivně přejít od fáze koncepčního návrhu, až po podrobnou konstrukční dokumentaci. Využívá inovativní synchronní technologie, díky kterým lze vytvořit a upravit geometrii rychleji a snadněji. [14]

Díky nástrojům, které disponují velkým výkonem, schopnostmi pro efektivní práci, ale také nebývalou flexibilitou, si systém NX lehce poradí se složitou geometrií i velkými sestavami. Lze těchto nástrojů efektivně využívat, i když se pracuje s daty vytvořenými v jiném systému. NX také umožňuje svobodného využívání libovolných modelovacích technik. Mezi tyto techniky může patřit: zpracovávání drátového, plošného a objemového modelu, úpravu geometrie nebo mnoho dalších. [15]

Výhody tohoto systému ještě zesiluje použití systému Teamcenter – viz kapitola 5.2.2.



Obr. 19 – Náhled systému NX

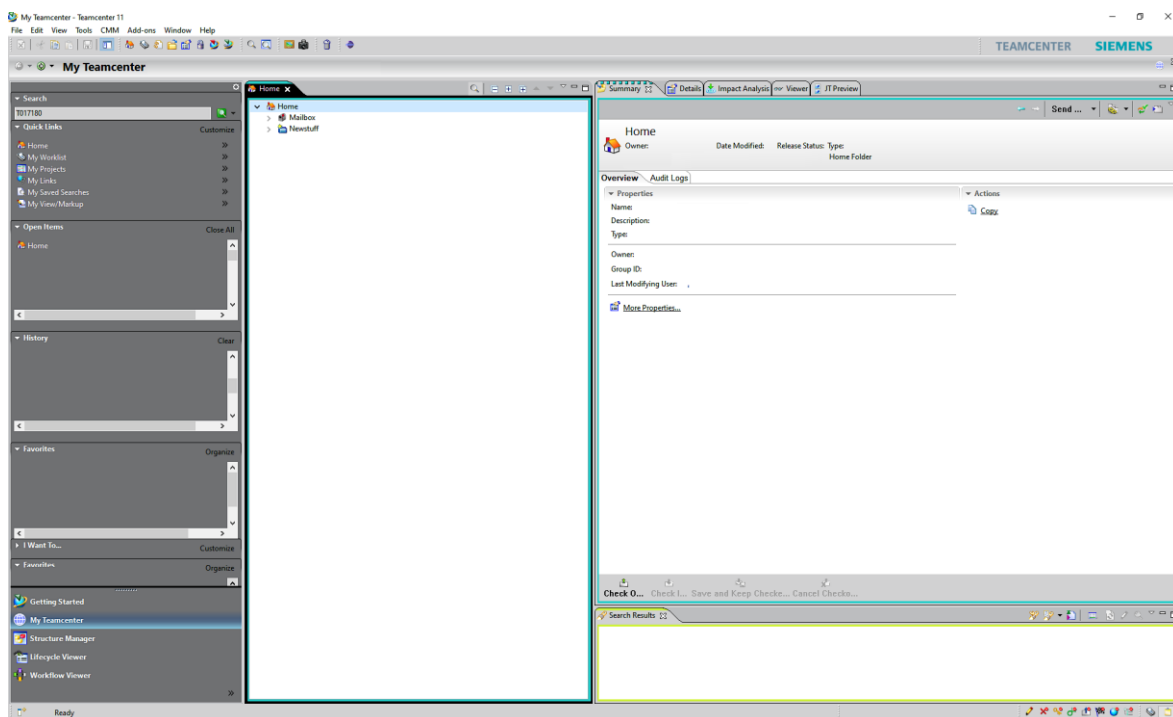
Tab. 25 – Přibližný ztrátový čas v systému NX

Ztrátový čas u modelu vozidla T158		
Pořadí	Činnost	Ztrátový čas
1.	Aktualizace modelu	-
2.	Otevření modelu	5 minut
3.	Vytvoření nového pohledu	5 minut
4.	Vytvoření nového pohledu	5 minut
5.	Vytvoření nového pohledu	5 minut
6.	Uložení výkresu	5 minut
Celkový ztrátový čas čekáním		25 minut

V tabulce výše (Tab. 25) byly zaznačeny ztrátové časy čekáním v systému NX, při vytváření stejného výkresu jako v kapitole 3.3.

5.2.2 Teamcenter

Jedná se o nejrozšířenější PDM/PLM systém, ve kterém se shromažďují veškeré informace o produktech a procesech (Obr. 20). Teamcenter pomáhá zkoordinovat všechny fáze vývoje a zrychluje rozhodování.



Obr. 20 – Náhled do systému Teamcenter

Výhody systému Teamcenter: [16]

- řízení a spravování 3D modelů,
- jednotné místo pro shromažďování všech důležitých dat a podkladů,
- přehled změn provedených v modelech,
- spolupráce více lidí (sdílení modelů, dokumentací...),
- integrace MS Office,
- workflow procesy,
- automatizování některých procesů,
- rychlé hledání,
- databáze využití určitého modelu v projektech,
- přístupy uživatelů (založení, upravení, schválení modelů...),
- využití revizí (lze uložit a uzamknout důležitou podobu modelu),
- podklady se ukládají přímo u modelu,
- umožnění definování typů položek (vzhled, složení, chování v systému...),
- lze nastavit přístupová práva.

Nové systémy vytvořily optimální propojení datových systémů a tím urychlily téměř všechny činnosti technického úseku (Tab. 26).

Tab. 26 – Časové ztráty v nových systémech

Časové ztráty	
Činnost	NX
Načtení rozsáhlých sestav	~ 5 minut
Celkový ztrátový čas čekáním při tvorbě výkresů kompletního vozidla	~ 25 minut
Přidělení sériového čísla	Okamžitě
Přidělení čísla pro nakupovanou položku	Okamžitě
Seskládání 3D projektu vozidla projekcí	~ 3 hodiny
Schvalování dokumentace	~ 5 minut
Aktualizace modelu	Vždy aktuální
Hledání modelu	Okamžitě

Celkový ztrátový čas čekáním při tvorbě výkresů byl určen v kapitole 5.2.1 – (Tab. 25).

5.3 Návrh nového informačního toku v technickém úseku

Důležitou změnou, kterou přináší systém Teamcenter, je možnost využití takzvaných workflow procesů. Tyto procesy nesmírně urychlují a automatizují většinu činností.

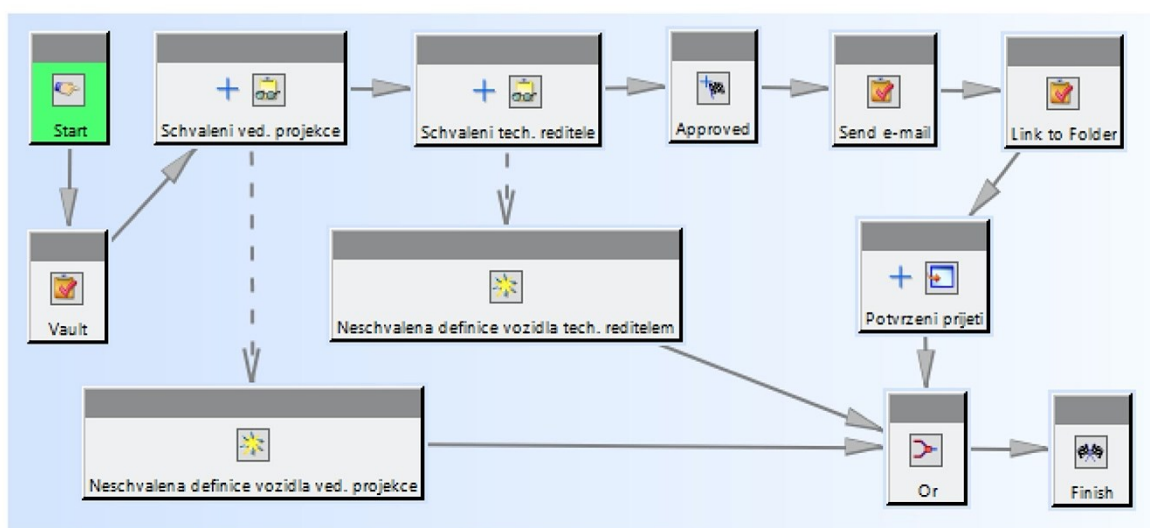
5.3.1 Projekce

Jakmile projekce obdrží od obchodního úseku požadavky zákazníka – opět formou konfiguratoru vozidla, požadavkového listu nebo telefonické konzultace – projektant zapíše do aplikace Word definici vozidla.

Následně v systému Teamcenter projektant založí projekt, do kterého se vkládají veškeré podklady (Word s definicí vozidla, e-mailová korespondence, 3D data od dodavatelů, měření...). Obrovskou výhodou takto založeného projektu je jednotné místo se všemi podklady.

Projektant opět skládá vozidlo ve 3D z nejbližších možných aplikací, ale oproti I-DEASu tento krok trvá jen v řádu hodin, oproti několika dnů. Vozidlo nemusí takto poskládat pouze v systému NX ve 3D, ale má také možnost jej poskládat v systému Teamcenter pomocí kusovníku.

Po všech těchto krocích projektant využije workflow procesu v systému Teamcenter k zaslání definice na schválení k vedoucímu projekce a technickému řediteli – po schválení se automaticky rozešle definice napříč celou konstrukcí (Obr. 21).

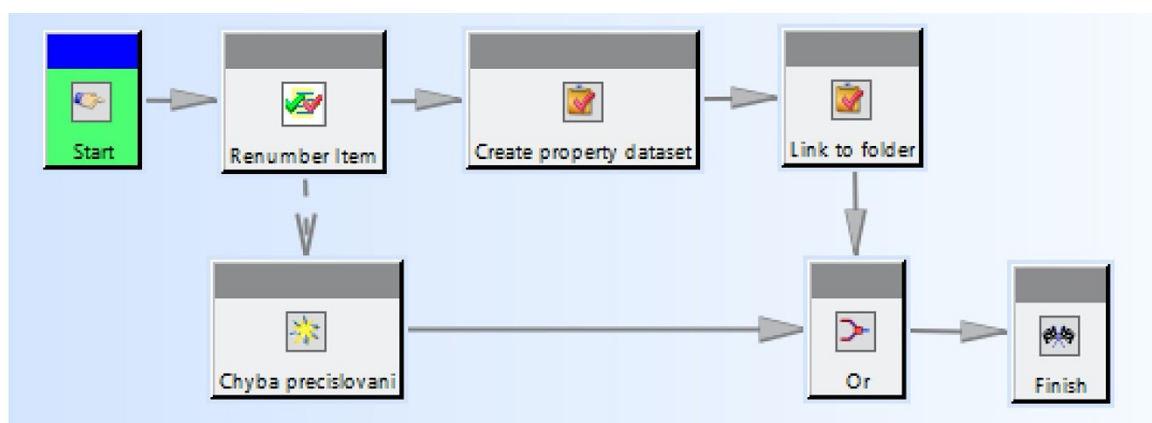


Obr. 21 – Workflow proces schválení definice

5.3.2 Konstrukce

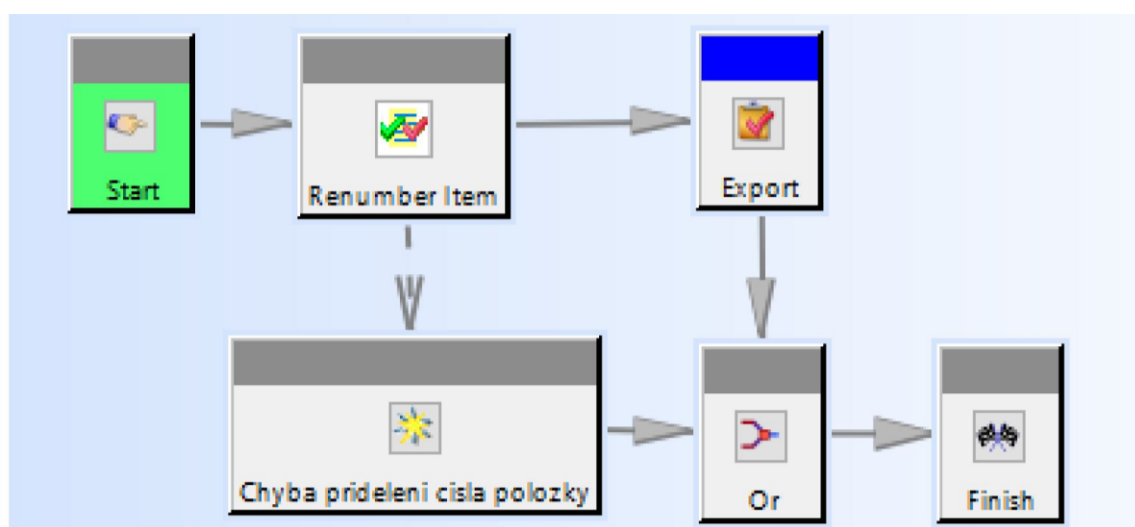
Každý konstruktér po schválení obdrží definici vozidla do svého adresáře v systému Teamcenter. Po nalezení projektu vozidla si otevře agregáty, které jsou nezbytné pro jeho práci a začne vytvářet konstrukční dokumentaci.

Pokud konstruktér potřebuje přiřadit nové sériové číslo k položce, má v systému Teamcenter připravený workflow proces, který okamžitě vygeneruje číslo (Obr. 22). Musí ale vyplnit povinné atributy, které byly definovány spolu se správou dokumentace. Jestliže tyto povinné atributy nejsou splněny, číslo se nevygeneruje. Při vygenerování nového čísla se také automaticky nalinkuje do složky správy dokumentace.



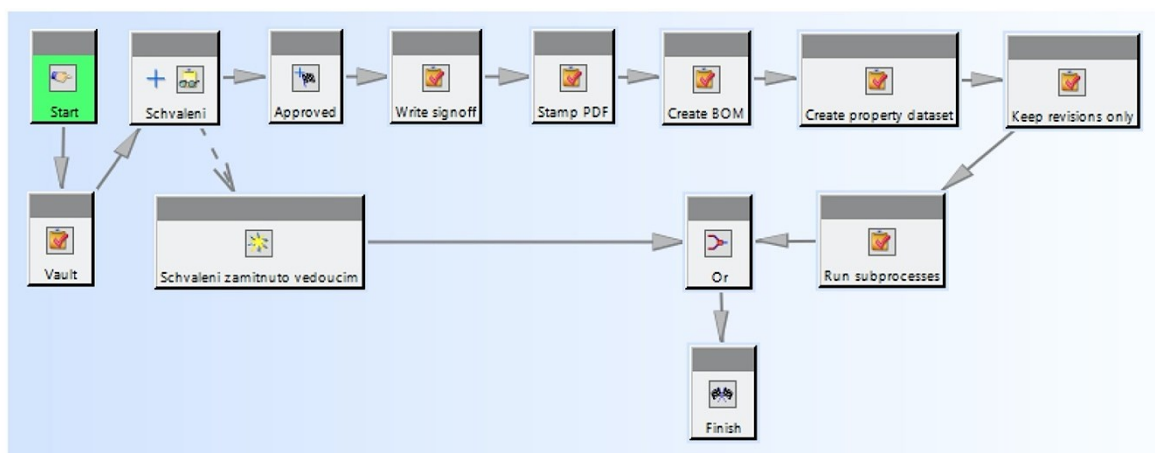
Obr. 22 – Přidělení sériového čísla

Jestliže konstruktér potřebuje pracovat s novými nakupovanými položkami, má také vytvořen workflow proces v systému Teamcenter (Obr. 23). Tentokrát byly povinné atributy definovány spolu s úsekem nákupu. Po správném vyplnění těchto atributů se automaticky vytvoří ID číslo nakupované položky, které se nalinkuje do složky nákupu. Opět pokud atributy nejsou správně vyplněny, číslo se nevygeneruje.



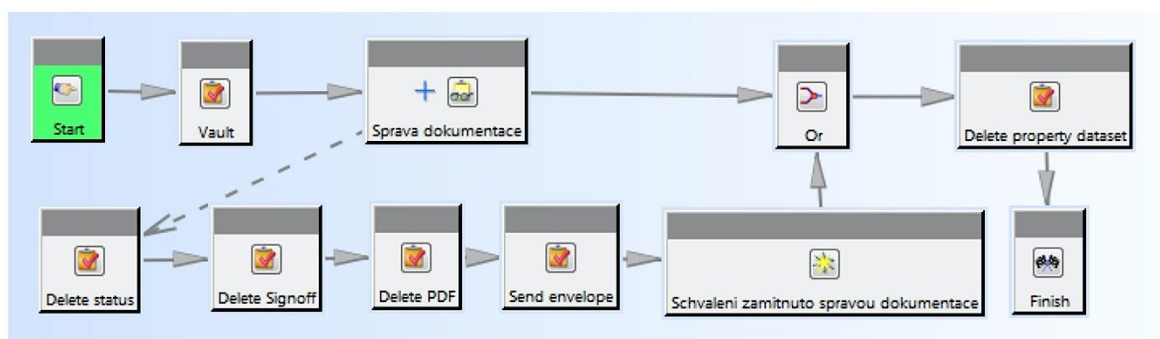
Obr. 23 – Workflow proces nakupovaná položka

Konstruktor nemusí tvořit žádnou dokumentaci mimo Teamcenter a NX, neboť se kusovníky tvoří automaticky. Po vytvoření konstrukční dokumentace nemusí konstruktor nic odesílat e-mailem na schválení. Existuje také workflow proces, kterým odešle dokumentaci na schválení svému skupináři (Obr. 24).



Obr. 24 – Schválení nové položky skupinářem

Pokud skupinář dokumentaci schválí, tak se automaticky odešle do správy dokumentace. Správa dokumentace má právo dokumentaci zamítnout a tím ji vrátit konstruktérovi na přepracování (Obr. 25).



Obr. 25 – Schválení nové položky správou dokumentace

5.4 Návrh nového průchodu zakázky technickým úsekem

Teamcenter také pomohl zredukovat široké množství datových systémů a webových aplikací, které muselo být k práci využíváno (Tab. 27).

Tab. 27 – Návrh nového průchodu zakázky technickým úsekem

Návrh nového průchodu zakázky technickým úsekem			
Realizace	Popis vykonávané činnosti	Datový systém	Název
1	Konstrukce obdrží zadání z Obchodního úseku	Interní web. aplikace	Požadovaný list zákazníka (PLZ), konfigurator
2	Vytváření standardní dokumentace vozů	Teamcenter	Teamcenter
3	Definování zakázkového vozidla projekcí	Teamcenter, NX	Teamcenter, NX
4	Doplnění údajů k definici vozidla	Teamcenter, NX	Teamcenter, NX
5	2D výkres, 3D model	NX	NX
6	Systém přidělování ID	Teamcenter	Workflow proces
7	Upřesnění zadání vozidel TATRA PHOENIX	Externí web DAF	Portál DAF
8	Konstruování položky, kusovníku, 2D výkresu, změnové řízení	Teamcenter, NX	Teamcenter
9	Schvalování změn	Teamcenter	Workflow proces

6 Celkové zhodnocení přínosu práce pro podnik

Nové systémy, které jsou obsaženy v návrhu řešení, byly v podniku již aplikovány. Bylo tak možno zjistit nové časy po jejich zavedení, pro porovnání se starým systémem.

Nahrazení zastaralého datového systému I-DEAS, za nové systémy NX a Teamcenter, přineslo technickému úseku mnohé výhody. Systém Teamcenter dokázal převést celou historii dat ze starého systému I-DEAS do nových systémů a také při této činnosti opravil veškeré chyby v datech – duplicitní položky, chybné i chybějící identifikační čísla/názvy. Přinesl také jednotnou databázi pro veškerou dokumentaci, která zůstává na jednom místě – u patřičných projektů/položek.

Dále zautomatizoval proces schvalování, u kterého se automaticky přidá podpis schvalovatele i datum schválení. Schválenou položku již nelze nijak modifikovat – v systému I-DEAS se schválená položka mohla upravovat i po schválení, což mělo za následek vznik chyb. Systém Teamcenter disponuje mnohými nástroji včetně workflow procesů. Tyto procesy umožňují dalšímu zautomatizování zdoluhavých a opakujících se činností. Teamcenter zjednodušil a urychlil práci, jelikož zredukoval široký rozsah využívaných datových systémů v úseku a zajistil optimální propojení. Systém NX přinesl velmi rychlé a efektivní prostředí s mnohými rozsáhlými nástroji pro vytváření konstrukční dokumentace. Obecně tyto systémy přinesly společnosti velké časové úspory v technickém úseku. Porovnání některých časových ztrát oproti I-DEASu je zaznačen v tabulce (Tab. 28).

Tab. 28 – Porovnání časových ztrát po implementaci

Časové ztráty		
Činnost	Starý systém	Nový systém
Načtení rozsáhlých sestav	~ 30 minut	~ 5 minut
Celkový ztrátový čas čekáním při tvorbě výkresů kompletního vozidla	~ 175 minut	~ 25 minut
Přidělení sériového čísla	~ 1-3 dnů	Okamžitě
Přidělení čísla pro nakupovanou položku	1 den až 2 týdny	Okamžitě
Seskládání 3D projektu vozidla projekcí	~ 1-3 dnů	~ 3 hodiny
Schvalování dokumentace	-	~ 5 minut
Aktualizace modelu	~ 30 minut	Vždy aktuální
Hledání modelu	~ 5 minut	Okamžitě

Celkové ztrátové časy čekáním při tvorbě výkresů kompletního vozidla byly identifikovány v kapitolách 3.3 – (Tab. 11) a 5.2.1 – (Tab. 25).

Při výběru nového systému bylo použito vícekriteriální rozhodování, čímž může tato práce sloužit také jako metodický návod pro budoucí rozhodování.

Shrnutí všech přínosů:

- převedení a zachování historie dat do nových systémů,
- vyřešení chybovosti dat – duplicitní položky, chybné i chybějící označení,
- zredukování využívaných datových systémů,
- jednotná databáze všech dokumentů na jednom místě,
- workflow procesy (zautomatizování, zjednodušení a urychlení činností),
- časové úspory,
- rychlejší a efektivnější práce,
- nové modelovací metody,
- aktivní podpora systémů,
- pravidelné kvalitní školení zaměstnanců v nových systémech,
- schvalování položek,
- větší bezpečnost informací a dat (přístupová práva),
- metodický návod pro vícekriteriální rozhodování,
- růst spokojenosti zaměstnanců.

Společnosti Tatra Trucks, a.s. se veškeré investice pro výměnu datového systému I-DEAS za NX a Teamcenter navrátí v řádu desítek měsíců, ale z důvodu zachování mlčenlivosti týkající se citlivých údajů nebylo možné tyto propočty ohledně návratnosti investice v práci uvést.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo optimalizovat datové systémy v technickém úseku společnosti Tatra Trucks, a.s. To znamenalo zanalyzovat jejich současný stav, identifikovat největší nedostatky a následně navrhnout možnosti optimálního řešení.

V teoretické části práce byla provedena charakteristika vybrané problematiky, včetně vymezení a objasnění základních pojmů a principů využitých v následující praktické části. Praktická část byla odstartována představením společnosti Tatra Trucks, a.s. a pokračovala analýzou současného stavu datových systémů v technickém úseku.

Z analýzy současného stavu bylo zjištěno, že je v technickém úseku využita široká škála datových systémů a webových aplikací, které nejsou optimálně propojeny a také, že systém I-DEAS má mnohé nedostatky a nevýhody. Všechny tyto problémy, nedostatky a nevýhody jsou zakomponovány ve čtvrté kapitole, včetně stanovení cílů pro tuto práci.

Jako neoptimálnější řešení bylo zvoleno nahrazení zastaralého systému I-DEAS za nový a také zavedení úplně nového systému, který vyřeší velký rozsah využívaných systémů a aplikací v technickém úseku. Pátá kapitola se věnuje právě zmíněnému výběru nových systémů a následnému komplexnímu zhodnocení tohoto řešení. Pro výběr těch nejlepších možných systémů bylo využito vícekritériálního rozhodování. Zavedením nových systémů došlo také ke značným časovým úsporám v technickém úseku.

V poslední kapitole praktické části bylo uvedeno celkové shrnutí a zhodnocení přínosů, které tato práce měla pro společnost Tatra Trucks, a.s.

Seznam použité literatury

- [1] Business Process Optimization – Definition, Steps and Examples. *Kissflow – A Unified Digital Workplace, All in One platform* [online]. © 2020 Kissflow Inc. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://kissflow.com/bpm/business-process-optimization/>
- [2] MOLNÁR, Zdeněk. *Podnikové informační systémy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03079-2
- [3] Production-process – Business Case Studies. *Business Case Studies – Ethics And Strategy Of Business* [online]. © 2019 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://businesscasestudies.co.uk/production-process/?fbclid=IwAR3KLCmrlPADQY3L6_KqQWavlrXeFYYSXZo0PCEWXQZ58CRGRRir5whrh_M
- [4] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozšířené a doplněn. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-955-1.
- [5] SODOMKA, Petr a Hana KLČOVÁ. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2878-7.
- [6] Product Lifecycle Management (PLM) Definition. *Investopedia: Sharper insight, better investing*. [online]. Dotdash, 5.7.2019 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp>
- [7] BASL, Josef. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0214-2.
- [8] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby: učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [9] *Tatra Trucks a.s.* [online]. © 2014 [cit. 2019-10-24]. Dostupné z: <https://www.tatra.cz>
- [10] *Veřejný rejstřík a Sbirka listin – Ministerstvo spravedlnosti České republiky*. [online]. © 2012 [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=274834>
- [11] *Interní materiály společnosti Tatra Trucks, a.s.*
- [12] Technolog – Encyklopedie povolání a profesí - Prace.cz. *Prace.cz - volná pracovní místa, aktuální nabídka práce v ČR i v zahraničí* [online]. © 1996 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.prace.cz/encyklopedie-profesi/t/technolog/>
- [13] LENORT, Radim. *Průmyslová logistika*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-25-84-7.
- [14] *Produkty / NX CAD – ITS*. [online]. © 2016 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <http://www.itscz.net/nx-cad-18.html>
- [15] *NX CAD / TPV group. TPV GROUP* [online]. © 2015 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.tpvgroup.cz/nx-cad/>
- [16] *10 DŮVODŮ PRO TEAMCENTER / TPV group. TPV GROUP* [online]. © 2015 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.tpvgroup.cz/10-duvodu-pro-teamcenter/>

Seznam obrázků

Obr. 1 – Plánování optimalizace	13
Obr. 2 – Okruhy problémů	14
Obr. 3 – Výrobní proces	15
Obr. 4 – Logo společnosti Tatra Trucks, a.s.	22
Obr. 5 – Ředitelská budova společnosti Tatra Trucks, a.s.	22
Obr. 6 – Tatrovácká koncepce podvozku	24
Obr. 7 – Organizační struktura vedení	25
Obr. 8 – Certifikáty a osvědčení	27
Obr. 9 – Těžařství a Hasiči	28
Obr. 10 – Tok informací ve společnosti	30
Obr. 11 – Definice vozidla – základní popis vozidla	35
Obr. 12 – Detailní popis konstrukční skupiny	35
Obr. 13 – Realizace zakázky	36
Obr. 14 – I-DEAS	37
Obr. 15 – Chybová hláška duplicitní položky	38
Obr. 16 – Chybné názvy	39
Obr. 17 – Chybová hláška chybějící part number	39
Obr. 18 – Historie stromu modelování v systému I-DEAS	44
Obr. 19 – Náhled systému NX	53
Obr. 20 – Náhled do systému Teamcenter	54
Obr. 21 – Workflow proces schválení definice	56
Obr. 22 – Přidělení sériového čísla	57
Obr. 23 – Workflow proces nakupovaná položka	57
Obr. 24 – Schválení nové položky skupinářem	58
Obr. 25 – Schválení nové položky správou dokumentace	58

Seznam tabulek a grafů

Tab. 1 – Příklad oznámkování kritérií experty.....	18
Tab. 2 – Dílčí váhy.....	18
Tab. 3 – Vyhodnocení koeficientu významnosti metodou známkování.....	19
Tab. 4 – Historické události.....	23
Tab. 5 – Průchod zakázky obchodním úsekem.....	31
Tab. 6 – Průchod zakázky technickým úsekem.....	32
Tab. 7 – Průchod zakázky Úsekem logistiky.....	33
Tab. 8 – Průchod zakázky úsekem nákupu.....	33
Tab. 9 – Průchod zakázky výrobním úsekem.....	34
Tab. 10 – Výhody a nevýhody systému I-DEAS.....	38
Tab. 11 – Přibližný ztrátový čas v systému I-DEAS.....	39
Tab. 12 – Časové ztráty systému I-DEAS.....	40
Tab. 13 – Zvolená kritéria.....	45
Tab. 14 – Metoda známkování.....	45
Tab. 15 – Vyhodnocení koeficientu významnosti.....	46
Tab. 16 – Vstupní informace pro metodu bazickou.....	47
Tab. 17 – Upravené vstupní informace.....	48
Tab. 18 – Metoda bazická.....	49
Tab. 19 – Výsledek metody bazické.....	49
Tab. 20 – Základní údaje pro metodu vážených dílčích pořadí.....	50
Tab. 21 – Udělené dílčí pořadí.....	50
Tab. 22 – Metoda vážených dílčích pořadí.....	51
Tab. 23 – Výsledek metody vážených dílčích pořadí.....	52
Tab. 24 – Srovnání metod.....	52
Tab. 25 – Přibližný ztrátový čas v systému NX.....	54
Tab. 26 – Časové ztráty v nových systémech.....	55
Tab. 27 – Návrh nového průchodu zakázky technickým úsekem.....	59
Tab. 28 – Porovnání časových ztrát po implementaci.....	60
Graf 1 – Vývoj celkového počtu zaměstnanců.....	26
Graf 2 – Vývoj investice do Software.....	29

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Michalu Bučkovi za jeho velmi cenné rady, připomínky a všechen čas, který mi věnoval při odborném vedení mé bakalářské práce.

Dále bych velmi rád poděkoval společnosti Tatra Trucks, a.s. za možnost spolupráce při řešení této problematiky, konkrétněji pak Ing. Erichu Beierovi za poskytnuté interní informace, ochotu a věnovaný čas.